

Landbouw in een veranderende delta

Toekomstscenario's voor zoetwatergebruik



LEI

WAGENINGEN UR

Landbouw in een veranderende delta

Toekomstscenario's voor zoetwatergebruik

Nico Polman

Vincent Linderhof

Rolf Michels

Kaj van der Sandt (Alterra Wageningen UR)

Theo Vogelzang

LEI-rapport 2012-032

Augustus 2012

Projectcode 2276000109

LEI Wageningen UR, Den Haag

Het LEI kent de volgende onderzoeksvelden:



Sector & Ondernemerschap



Regionale Economie & Ruimtegebruik



Markt & Ketens



Internationaal Beleid



Natuurlijke Hulpbronnen



Consument & Gedrag

**Landbouw in een veranderende delta; Toekomstscenario's voor zoet-
watergebruik**

Polman, N., V. Linderhof, R. Michels, K. van der Sandt en T. Vogelzang

LEI-rapport 2012-032

ISBN/EAN: 978-90-8615-600-9

104 p., fig., tab., bijl.

Project BO-11-015-007, 'Landbouw in een veranderende delta: toekomst-scenario's voor zoetwatergebruik'

Dit onderzoek is uitgevoerd binnen het kader van het EL&I-programma
Beleidsondersteunend Onderzoek; Thema: Gebiedsgerichte
Deltaprogramma's; Cluster: Natuur en regio.

Foto omslag: Vidiphot

Bestellingen

070-3358330

publicatie.lei@wur.nl

Deze publicatie is beschikbaar op www.wageningenUR.nl/lei

© LEI, onderdeel van Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek, 2012

Overname van de inhoud is toegestaan, mits met duidelijke bronvermelding.

Het LEI is ISO 9001:2008 gecertificeerd.

Inhoud

	Woord vooraf	7
	Samenvatting	8
	S.1 Belangrijkste uitkomsten	8
	S.2 Overige uitkomsten	8
	S.3 Methode	9
	Summary	10
	S.1 Main outcome	10
	S.2 Other outcomes	10
	S.3 Method	11
1	Inleiding	12
	1.1 Aanleiding	12
	1.2 Doelstelling	13
	1.3 Opbouw rapport	13
2	Methode van onderzoek	14
	2.1 Onderzoeksopzet	14
	2.2 Huidige landbouw en watergebruik	16
	2.3 Landbouw en zoet water op middellange termijn (2025)	16
	2.4 Toekomstige landbouw en toekomstige watergebruik op lange termijn (2050)	18
	2.5 Kansen en adaptatie in de land- en tuinbouw	18
3	Huidig zoetwatergebruik landbouw	20
	3.1 Inleiding	20
	3.2 De landbouw en huidige watervraag	20
	3.3 Het watersysteem	26

3.4	Droogte en beregening	29
3.5	Verziltig en doorspoeling	32
3.6	Synthese	34
4	Landbouw en zoet water op middellange termijn (2025)	36
4.1	Inleiding	36
4.2	Akkerbouw en grondgebondenveehouderij	37
4.2.1	Grondgebruik	37
4.2.2	Waterbehoefte en kwetsbaarheid teelten	40
4.3	Tuinbouw	46
4.3.1	Grondgebruik	46
4.3.2	Waterbehoefte	51
4.4	Synthese	53
5	Zoet water en landbouw in 2050	55
5.1	Inleiding	55
5.2	Gecombineerde scenario's: klimaat en sociaaleconomisch	55
5.3	Aanvulling gecombineerde scenario's	60
5.4	Synthese: de impact op de land- en tuinbouw	65
6	Klimaatadaptatie landbouw	69
6.1	Inleiding	69
6.2	Adaptatiestrategieën in reactie op kansen en bedreigingen	69
6.3	(Regionale) adaptatiemogelijkheden	79
6.4	Synthese	83
	Literatuur, websites en workshops	86
	Bijlagen	
1	SWOT-analyse landbouw	95
2	Referentiescenario	99
3	WLO- en klimaatscenario's	101
4	WLO- en klimaatscenario's	104

Woord vooraf

Het nationale Deltaprogramma is in volle gang. Het is van belang om ook toekomstige generaties van voldoende zoet water te kunnen voorzien. Hiervoor ontwikkelt men binnen het Deltaprogramma langetermijnstrategieën. Deze studie beoogt een bijdrage aan te leveren aan dat proces.

Het ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie heeft het LEI Wageningen UR de opdracht verleend om een scenariostudie uit te voeren voor de toekomstige zoetwatervoorziening van de Nederlandse landbouw. Deze studie geeft inzicht in de langetermijnontwikkeling van de landbouw en zijn water-vraag aan de hand van scenario-analyses. Het LEI heeft het project uitgevoerd in samenwerking met Alterra. Stijn Reinhard (LEI) en Frank van der Bolt (Alterra) voorzagen het projectteam van nuttige adviezen. Arnoud Schouten (LEI) en Tom Kuhlman (LEI) hebben het project ondersteund op het terrein van GIS.

De totstandkoming van dit rapport is begeleid door Puck Bonnier (EL&I), René Wouters (EL&I), Krijn Poppe (EL&I, Chief Science Officer), Jan Huinink (EL&I), Annemarie van Hoorn (EL&I), Mirjam Poppe (EL&I), Siep Groen (EL&I), Ilonka van Hoorn (EL&I), Joop van Bodegraven (EL&I), Neeltje Kielen (I&M), Teunissen (I&M), Kees van Rooijen (LTO Noord), Carla Michielsen (ZLTO) en John Tobben (LLTB). Ik wil hen graag bedanken voor hun waardevolle opmerkingen. Ook wil ik graag LTO bedanken voor hun inbreng tijdens gesprekken en workshops. Hun deskundige inbreng was zeer belangrijk voor dit onderzoek.

Ir. L.C. van Staalduinen
Algemeen Directeur LEI Wageningen UR

Samenvatting

S.1 Belangrijkste uitkomsten

De Nederlandse land- en tuinbouw beschikt over een groot adaptatie- en innovatievermogen. Daardoor is de sector in staat om zich op lange termijn verder door te ontwikkelen bij een veranderende zoetwatervoorziening. Dat gaat echter niet vanzelf, de sector moet hiervoor een forse inspanning plegen. **Op weg naar 2050 (en daarna) zal de Nederlandse delta veranderen onder invloed van sociaaleconomische ontwikkelingen en klimaatverandering.** Deze veranderingen in de Nederlandse delta gaan gepaard met zowel bedreigingen door onzekerheden in de zoetwateraanvoer, als kansen voor de agrarische sector door een relatief goede concurrentiepositie ten opzichte van andere landbouwgebieden in Europa. **De sector kan hierop inspelen door adaptatiemaatregelen te nemen op perceelsniveau, bedrijfsniveau en/of in het watersysteem.**

S.2 Overige uitkomsten

- Nederland heeft een concurrerende landbouw met binnen Europa relatief hoge opbrengsten per hectare. Het hoge kennisniveau van Nederlandse agrariërs, het goed ontwikkelde agrocomplex en de goede beschikbaarheid van zoet water dragen alle bij aan de sterke internationale positie van de Nederlandse landbouw. ([Zie hoofdstuk 3](#))
- De Deltascenario's (gecombineerde klimaat- en sociaaleconomische scenario's voor 2050) geven aan dat droogte en verzilting in Nederland vaker zullen plaatsvinden. Dit maakt de landbouw kwetsbaarder. ([Zie hoofdstuk 5](#))
- Het adaptatievermogen van agrarische ondernemers in zoutwatergebieden is beperkt, omdat de mogelijkheden om te beregenen met zoet water daar gering zijn. ([Zie hoofdstuk 5](#))
- De productie van intensieve teelten, zoals glastuinbouw, zal verder worden ontkoppeld van het regionale watersysteem, maar niet volledig. ([Zie hoofdstuk 5](#))
- Adaptaties en innovaties gericht op verandering in de zoetwatervoorziening vinden in de landbouw continu plaats. ([Zie hoofdstuk 6](#))

S.3 Methode

Dit onderzoek toont hoe de landbouw zich kan ontwikkelen bij een veranderende beschikbaarheid aan zoet water. Het doel is om inzicht te geven in de langetermijnontwikkeling van de landbouw en haar vraag naar zoet water op basis van: (1) de verwachte sociaaleconomische ontwikkelingen, (2) de gevolgen van klimaatverandering en (3) het adaptatie- en innovatievermogen van ondernemers. Het onderzoek is opgebouwd langs de volgende lijnen:

- een beschrijving van de huidige situatie in de landbouw en de samenhangende zoetwatervoorziening;
- een beschrijving van een referentiescenario voor de landbouw en de water-vraag voor 2025 zonder klimaatverandering en adaptatie inclusief de resultaten van modelberekeningen en een afsluitend essay;
- een kwalitatieve analyse van landbouw- en klimaatscenario's voor 2050;
- adaptief vermogen en innovaties in de landbouw en de consequenties daarvan voor de watervraag (scenarioanalyse en essaybenadering).

Summary

Agriculture in a changing delta Future scenarios for fresh water use

S.1 Key results

The Dutch agricultural and horticultural sector has a large capacity to adapt and innovate. As a result, the sector is able to develop into the future in response to changes in the fresh water supply. However, it goes without saying that this can only be achieved by major investments of the sector. **Towards 2050 (and beyond), the Dutch Delta will change significantly under the influence of socio-economic developments and climate change.** The changing Delta environment will be characterised by increasing threats in the supply of fresh water supply and by opportunities for the agricultural sector due to a relative beneficial competitive edge of the Dutch Delta compared with other agricultural areas in Europe. **The sector will be able to anticipate by taking adaptation measures on parcel level, on farm level, and on the level of the water system.**

S.2 Complementary findings

- The Dutch agricultural sector is competitive due to high productivity, characterised by relatively large yields per hectare. The knowledge level of farmers, the organisation and cooperation within the agro-complex, and the availability of fresh water reserves contribute to the strong international position of the Dutch agricultural sector.
- Dutch agriculture will - under the combined scenarios for socio-economic development and climate change - become more vulnerable, due to increasing drought risks and salinisation.
- Farmers located in areas where salinisation is apparent, are limited in their capacity to adapt because of confined availability to use fresh sprinkle water.
- The production of intensive cultivations, such as greenhouse farming, will be further uncoupled from the regional water system, but expectations are that it will not be fully decoupled.

- The process of innovation and adaptation to changes in fresh water supply in agriculture is continuous.

S.3 Methodology

This report is a result of research on how the Dutch agricultural sector may develop under a changing availability of fresh water reserves. The objective is to give insights into the long-term development of the Dutch agricultural sector and its' demand for fresh water on the basis of: (1) expected socio-economic developments, (2) consequences of climate change and (3) the adaptation and innovation capacity of agricultural entrepreneurs. The research is conducted in accordance with the following steps:

- a description of the state-of-the-art situation in Dutch agriculture in relation to fresh water supply and demand;
- a description of the reference scenario of the agricultural sector and the expected water demand in 2025, using model-based calculations and leading into an essay (the reference scenario excludes climate change and adaptation and innovation processes);
- a qualitative analysis of agriculture scenarios and climate scenarios for 2050;
- scenario analysis (leading to an essay) on the adaptive capacity and innovations in the agricultural sector and its consequences for the demand of fresh water in the future.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De landbouw zal zich op lange termijn ontwikkelen onder invloed van toekomstige sociaaleconomische ontwikkelingen en klimaatverandering. Relevante sociaaleconomische ontwikkelingen zijn bijvoorbeeld demografische ontwikkelingen, de beleidscontext inclusief het gemeenschappelijke landbouwbeleid (GLB), de prijsontwikkeling op de (wereld)markt en ruimtelijke ontwikkelingen, zoals verdergaande verstedelijking. Door klimaatverandering veranderen de weersomstandigheden. In de zomer zijn er naar verwachting vaker droge periodes, die langer duren en intenser zijn. In de winter zal meer neerslag vallen; deze buien zullen heviger zijn dan nu.

Onder invloed van deze ontwikkelingen zullen naar verwachting zowel de beschikbaarheid van zoet water als de waterbehoeften van sectoren anders zijn dan nu. Nederland krijgt in de toekomst waarschijnlijk frequenter te maken met periodes waarin onvoldoende zoet water van de juiste kwaliteit beschikbaar is. Verzilting van grond- en oppervlaktewater tast bijvoorbeeld de kwaliteit van dit water aan. De mate waarin deze effecten optreden, verschilt tussen regio's in Nederland.

Op lange termijn is het niet vanzelfsprekend dat de landbouw over voldoende water van goede kwaliteit kan beschikken. Watertekorten kunnen bijvoorbeeld betekenen dat het gemiddelde opbrengstniveau van de landbouw afneemt, dat de kwaliteit van landbouwproducten afneemt of dat uitbraken van plant- en dierziektes toenemen. Ondernemers kunnen daarop inspelen door adaptatie op een innovatieve manier. Klimaatverandering kan echter ook kansen bieden aan de landbouw, bijvoorbeeld omdat de potentiële productie hoger is bij langere groeiseizoenen en hogere temperaturen. Bovendien kunnen de productieomstandigheden voor bepaalde gewassen in andere landen ongunstiger worden dan in Nederland en kunnen er kansen ontstaan voor nieuwe gewassen, waardoor de concurrentiepositie van Nederlandse agrariërs verbetert.

1.2 Doelstelling

In dit onderzoek staat de landbouw als watergebruiker centraal. Het doel van het project is om inzicht te geven in de langetermijnontwikkeling van de landbouw en haar watervraag (onder andere de concurrentiepositie) op basis van: (1) de verwachte sociaaleconomische ontwikkelingen, (2) de gevolgen van klimaatverandering en (3) het adaptatie- en innovatievermogen van ondernemers. Het onderzoek zoekt daarbij aansluiting bij het Deltaprogramma. Het verworven inzicht maakt het mogelijk om in de toekomst beter in te schatten wat de baten en kosten zijn van beleidsmaatregelen die erop gericht zijn de beschikbaarheid van zoet water aan te passen. We maken daarbij onderscheid tussen regio's, aangezien de beschikbaarheid van en de behoefte aan zoet water regionaal verschilt.

1.3 Opbouw rapport

In dit rapport gaan we eerst in op de gebruikte methoden en uitgangspunten binnen het onderzoek. Daarnaast bespreken we de opbouw van het rapport (hoofdstuk 2). In hoofdstuk 4 werken we een beschrijving van een referentiescenario voor 2025 zonder veranderingen in de zoetwatervoorziening en adaptatie uit. In hoofdstuk 5 gaan we in op scenario's voor 2050 en geven we kwalitatief aan welke consequenties deze hebben voor de landbouw. In hoofdstuk 6 volgt een analyse van adaptatie en innovatie in de landbouw.

2 Methode van onderzoek

2.1 Onderzoeksopzet

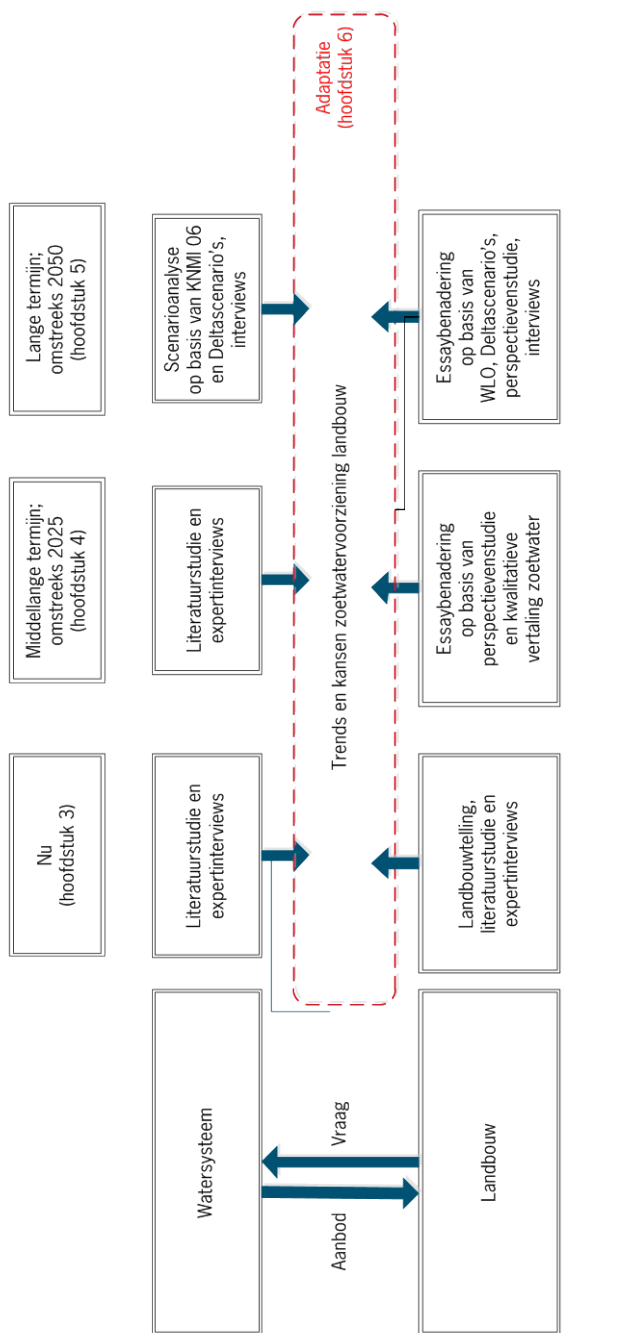
Er is veel onderzoek beschikbaar dat zich afzonderlijk richt op ofwel de regionale zoetwaterverdeling van verschillende economische sectoren in Nederland, ofwel de ontwikkeling van de landbouw in een nationale en internationale context en/of het watergebruik door de landbouw op nationale schaal. In dit onderzoek combineren we een aantal van deze onderzoeken, aangevuld met expert judgement, om te komen tot essays over landbouw in relatie tot de zoetwatervraag. De onderzoeken zijn afkomstig uit verschillende disciplines, zoals scenarioanalyses voor landbouw en klimaat en (agro)hydrologie. Onder de essaybenadering verstaan wij een kwalitatief wetenschappelijk betoog met argumenten op basis van literatuur, interviews en modellen.

Het onderzoek is opgebouwd langs de volgende lijnen (zie figuur 2.1):

- een beschrijving van de huidige situatie in de landbouw en de samenhangende zoetwatervoorziening (hoofdstuk 3)
- een beschrijving van een referentiescenario voor de landbouw en de water-vraag voor 2025 zonder klimaatverandering en adaptatie (hoofdstuk 4)
- een beschrijving van landbouw- en klimaatscenario's voor 2050 (hoofdstuk 5)
- adaptieve capaciteit en innovaties in de landbouw en de consequenties hiervan voor de watervraag (hoofdstuk 6).

Het volgende schema (figuur 2.1) geeft de onderzoeksopzet globaal weer.

Figuur 2.1 Globale onderzoekopzet



2.2 De huidige landbouw en watergebruik

Voor de huidige zoetwatervoorziening van de landbouw geven we een kwalitatieve beschrijving/inschatting van de deelaspecten verdroging, verzilting en beregening. Er is gebruik gemaakt van literatuuronderzoek en expertkennis gericht op de landbouw in Nederland, het watersysteem relevant voor de landbouw en de Landbouwtelling voor gegevens over beregening (een gegevensbestand met bedrijfsmatige informatie over agrarische bedrijven in Nederland).

2.3 De landbouw en zoet water op middellange termijn (2025)

We beschrijven de ontwikkeling van de landbouw tot 2025 aan de hand van een referentiescenario. Het is daarbij onmogelijk om alle trends die de landbouw beïnvloeden in deze studie te bespreken. Daarom richten we ons op de trends die het meest relevant zijn voor de relatie tussen de landbouw en de water-vraag. Voor de analyse van de trends maken we gebruik van economische modellen om ontwikkelingen kwantitatief te kunnen vertalen en door te rekenen voor de Nederlandse agrosector als geheel en voor afzonderlijke regio's (zie ook Berkhout et al., 2011).

Het referentiescenario beoogt een plausibel en consistent beeld te geven van de ontwikkeling van de Nederlandse agrosector op weg naar 2025. Voor een verdere uitwerking van de methode voor de analyse van veranderingen in de landbouw verwijzen we naar de *Perspectievennota 2011* (zie Berkhout et al., 2011). In voorliggende studie worden de consequenties voor de zoetwater-vraag van de landbouw in 2025 afgeleid van de resultaten van de perspectievenstudie 2011.¹

De perspectievennota maakt met behulp van de modellen AGMEMOD en het Dutch Regionalised Agricultural Model (DRAM) een inschatting van de ontwikkeling van de Nederlandse landbouw tot en met 2025.² AGMEMOD is een partieel evenwichtsmodel dat de vraag naar en het aanbod van de belangrijkste landbouwproducten modelleert voor de 27 lidstaten van de Europese Unie. Het LEI heeft het Nederlandse onderdeel ontwikkeld. Het Nederlandse AGMEMOD-

¹ Watergebruik door de intensieve veehouderij voor de drenking van vee en reiniging is niet meegenomen in dit onderzoek. Het gebruik van leidingwater voor drinkwater is vrij stabiel. Tijdens de droge zomer van 2003 was er nauwelijks een effect te zien in de omvang (op basis van CBS, 2011).

² Het restant van deze paragraaf is gebaseerd op Berkhout et al. (2011).

model bestaat uit voorzieningsbalansen voor onder meer de volgende producten:

- tarwe, gerst, maïs
- aardappelen, suikerbieten, suiker
- koolzaden, koolzaadolie en -voer
- rund-, varkens-, pluimvee- en schapenvlees, eieren
- melk, kaas, boter, melkpoeder.

Voor deze producten zijn econometrische schattingen (historische periode 1973-2009) uitgevoerd voor respectievelijk prijzen, producties, consumpties, voorraden, exporten en importen van de bovengenoemde producten. Deze schattingen vormen, samen met aannamen over het toekomstige landbouwbeleid en de macro-economische omgeving, de basis voor de AGMEMOD-projecties voor het referentiescenario tot en met 2025.

De Perspectievenstudie gebruikt DRAM om inzicht te geven in a) de ontwikkeling van een aantal producten die niet in AGMEMOD worden meegenomen, b) de ontwikkeling van een aantal milieu-indicatoren, c) de inkomensontwikkelingen en d) mogelijke regionale effecten van het referentiescenario.

Agrarische productie in DRAM is gespecificeerd op het niveau van landbouwactiviteiten per regio. In de hier gebruikte versie van DRAM bestaat de regionale akkerbouwsector uit de volgende gewassen of gewasgroepen: zachte tarwe, rogge, gerst, haver, korrelmais, andere granen, oliehoudende gewassen, peulvruchten, suikerbieten, andere handelsgewassen, groenten akkerbouwmatig (waaronder uien), pootaardappelen, consumptieaardappelen, zetmeelaardappelen, overige akkerbouwgewassen en groenbemesting. In totaal worden 66 regio's onderscheiden. Technische/economische kengetallen per activiteit zijn gebaseerd op gegevens over het brutostandaardsaldo (gemiddelde bss over de periode 2002-2009) of afkomstig uit het Bedrijveninformatienet van het LEI.¹ Deze technische/economische kengetallen zijn gekoppeld aan structuurgegevens uit de CBS landbouwtelling. Wat de structuurgegevens betreft is gebruik gemaakt van het jaar 2009. Op deze manier wordt een beeld gekregen van de regionale landbouwproductie in een basisperiode (2009).

De resultaten van DRAM hebben we doorvertaald naar de watervraag van verschillende landbouwgewassen, door de laatste te koppelen aan verschuivingen in arealen.

¹ Het Bedrijveninformatienet is een panel van circa 1.500 land- en tuinbouwbedrijven. Door de opzet en de keuze van bedrijven representeert dit panel (bijna) de hele land- en tuinbouw.

De inschattingen voor de zoetwatervraag van de landbouw in 2025 baseren we op de zoetwatervraag in 2009 en zijn daarom indicatief. De inschattingen met behulp van DRAM worden kwalitatief aangevuld met een inschatting van ontwikkelingen tot 2025 voor de tuinbouw.

2.4 De toekomstige landbouw en het toekomstige watergebruik op lange termijn (2050)

Het toekomstige watergebruik van de landbouw in 2050 is onzeker. Klimaatverandering en eventuele maatregelen in het watersysteem zullen de beschikbaarheid van water beïnvloeden. Daarnaast zal de landbouw zich autonoom ontwikkelen, waardoor ook de watervraag van de landbouw zal veranderen, zoals is geschetst voor de periode tot 2025. Om deze veranderingen inzichtelijk te maken, gebruiken we scenario's. Scenario's zijn consistente beschrijvingen van mogelijke toekomst die als basis kunnen dienen voor strategische beslissingen (Bruggeman et al., 2011). Scenario's worden ontwikkeld om beleidsbepalers inzicht te geven in mogelijke verschillende toekomst, onzekerheden en hoe mogelijke beslissingen kunnen uitwerken.

Het ontwikkelen van scenario's is tijdrovend. In deze studie zullen we daarom geen nieuwe scenario's ontwikkelen, maar hebben we de Deltascenario's aangevuld en geschikt gemaakt voor deze studie. We beschrijven hierbij essaymatig de belangrijkste ontwikkelingen van de landbouw en beschrijven hoe deze zich verhouden tot de zoetwaterverdeling. De belangrijkste bronnen voor deze benadering zijn de WLO-scenario's, de Deltascenario's en de KNMI'06-scenario's. Het essay richt zich op de ontwikkeling van grondgebruik en de technologische ontwikkeling. Ook zal het ingaan op de kansen en watervraag voor de landbouw.

2.5 Kansen en adaptatie in de land- en tuinbouw

Zoals in de hoofdstukken 4 en 5 met scenarioanalyses is afgeleid, heeft de agrarische sector te maken met trends en risico's op diverse terreinen, waaronder de zoetwatervoorziening. Ondernemers houden hier rekening mee in hun bedrijfsvoering door hun management aan te passen. Dat wil zeggen dat ze bijvoorbeeld de risico's die van toepassing zijn op het bedrijf zo goed mogelijk proberen in te schatten en dat ze daarop anticiperen. Dit is een continu proces,

omdat trends en risico's fluctueren in de tijd en in de loop der tijd veranderen (denk aan klimaatverandering).

Als gevolg van klimaatverandering en sociaaleconomische ontwikkelingen kunnen deze risico's veranderen of trends ombuigen. Productierisico's worden bijvoorbeeld beïnvloed door het serviceniveau voor de landbouw vanuit het watersysteem (= wanneer, waar en hoeveel water beschikbaar is voor de landbouw). Het productierisico wordt verder beïnvloed door het gebruik van nieuwe technieken en de beschikbaarheid en kwaliteit van grondstoffen.

Voorbeelden van adaptatie zijn diversificatie in het bouwplan, een verzekering voor schade als gevolg van klimaatverandering, telen los van de grond, water langer vasthouden en contracten afsluiten met toeleveranciers of afnemers. Deze en nog veel meer andere adaptatiemaatregelen en innovaties hebben we verzameld in een database. Deze database hebben we samengesteld op basis van desk studie, expert judgement en workshops met agrariërs. In hoofdstuk 6 gaan we hier verder op in.

In een essay over toekomstige ontwikkelingen in de landbouw onderzoeken we welke adaptatiemaatregelen mogelijk zijn voor agrariërs en waterbeheerders en geven we een inschatting van de adaptieve capaciteit van de landbouw. Hierbij richten we ons voornamelijk op adaptatiemaatregelen die gericht zijn op het afstemmen van het wateraanbod en de waterbehoefte. We zullen hierbij ingaan op innovatie en adaptatie in de land- en tuinbouwsector.

Op voorhand is duidelijk dat de betekenis van verschillende adaptatieopties op dit moment alleen kwalitatief te benoemen is en dat de omvang van de implementatie en de bijbehorende kosten niet te duiden is. De synergie tussen verschillende maatregelen speelt daarbij een belangrijke rol. Daarmee komen enkele lacunes in kennis naar voren. Deze lacunes kunnen startpunt zijn voor vervolgonderzoek om te komen tot een kwantitatieve inschatting van adaptatiemaatregelen en -strategieën.

3 Huidig zoetwatergebruik landbouw

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk behandelen we de huidige watervraag van de Nederlandse landbouw, de kwetsbaarheid van de Nederlandse landbouw voor watertekorten en de manier waarop het huidige watersysteem in deze watervraag voorziet. De watervraag van de landbouw is niet eenduidig vast te stellen. In dit rapport richten we ons op de watervraag voor gewassen. We kijken ook naar de watervraag voor peilbeheer in het groeiseizoen en de watervraag naar doorspoelwater om verzilting tegen te gaan. Waar mogelijk kwantificeren we de watervraag. De watervraag voor veedrenking laten we buiten beschouwing, omdat deze relatief klein is. Tot slot geven we in dit hoofdstuk mogelijke knelpunten in de huidige zoetwatervoorziening van de landbouw aan.

3.2 De landbouw en huidige watervraag

Water is voor de landbouw essentieel: zowel gewassen als vee hebben water nodig om te kunnen overleven en te groeien. De landbouw gebruikt water om te beregenen (vochtvoorziening van een gewas te verbeteren en bestrijding nachtvorst), te bemesten, voor veedrenking, om schades aan de watergangen te voorkomen, voor infiltratie via sloten en drains om vochtvoorziening van gewassen te verbeteren en bodemdaling tegen te gaan en voor het bestrijden van bepaalde ziekten, zoals schurft (van Bakel et al., 2011). We bespreken de agrarische watervraag aan de hand van de potentiële verdamping, de werkelijke verdamping, waterbeschikbaarheid in de wortelzone en de watervraag voor peilbeheer, waterkwaliteitsbeheer en beregening. Ook kijken we naar de gevoeligheid van gewassen voor droogteschade en zoutschade.

Verdamping

Bij gewasgroei speelt de verdamping een essentiële rol. De watervraag van gewassen stellen we in dit onderzoek gelijk aan de potentiële verdamping. Dat laatste is de verdamping van een gewas als er geen watertekort in de wortelzone optreedt. Dit betekent dat de potentiële verdamping ook de maximale verdamping van een gewas is. Indien er een watertekort of hoge zoutgehalten optreden in de wortelzone, kunnen de planten onvoldoende water opnemen om

te verdampen. Planten reageren door de huidmondjes te sluiten en minder te verdampen. Deze verdamping noemen we de actuele verdamping. Bij een gereduceerde verdamping neemt de groei van planten af en treedt er schade op aan de gewassen.

Er zijn verschillende meteorologische en fysiologische gegevens nodig om de potentiële verdamping te kunnen berekenen, zoals temperatuur, luchtvochtigheid, straling, windsnelheden en verdampingsweerstand van gewassen. De potentiële en werkelijke verdamping verschilt van jaar tot jaar, omdat het weer verschilt. Ook de beschikbaarheid van vocht in de wortelzone verschilt van jaar tot jaar. De verschillen in potentiële verdamping en vochttekorten in de wortelzone bepalen de jaarlijkse verschillen van de actuele verdamping. De verschillen in potentiële verdamping van jaar tot jaar zijn klein: tussen een gemiddeld jaar (1967) en een extreem droog jaar (1976) verschilt deze ongeveer 12% (www.knmi.nl). Het verschil tussen de actuele verdamping is groter tussen jaren, omdat oplopende vochttekorten in de wortelzone sterk reducerend werken op de actuele verdamping in een (extreem) droog jaar.

Tabel 3.1		Verdamping (mm) in verschillende jaren in De Bilt en Vlissingen; de verdamping aan zee is hoger als gevolg van meer straling		
Weerstation	1967	1976	2003	
De Bilt	547	617	635	
Vlissingen	578	671	692	
Bron: Website KNMI.				

Het KNMI gebruikt sinds 1987 de methode van Makking om de potentiële verdamping van 'standaard' grasland te berekenen. Deze methode kan, op basis van gewasfactoren, de potentiële verdamping van andere gewassen berekenen. De gewasfactoren geven aan in welke mate de potentiële verdamping verschilt ten opzichte van grasland. De gewasfactor geeft dus inzicht in de veranderende waterbehoefte van cultuurland als gevolg van veranderend landgebruik. Voorzichtigheid blijft echter geboden, omdat zowel de mate waarin gewassen vocht verdampen als de waterefficiëntie van gewassen veranderen onder invloed van klimaatverandering, zoals temperatuurstijging en CO₂-concentraties in de atmosfeer. De gewasfactoren (zie tabel B4.1) zijn bepaald door Feddes et al. (1987) op basis van het klimaat van vóór 1987. De gewasfactoren zijn daarna niet meer bijgesteld. In dit onderzoek gebruiken we de gewasfactoren indicatief om aan te geven hoe de watervraag verschuift bij veranderend landgebruik. We we-

ten dat we hiermee een fout maken, maar veronderstellen dat de veranderingen in gewasfactoren niet leiden tot grote veranderingen in de waterbehoefte van planten. Gewasfactoren blijven daarom in onze ogen geschikt om de effecten van veranderend landgebruik grofweg te schetsen.

Gewasfactoren veranderen in de loop van het groeiseizoen. Dit betekent dat gedurende het groeiseizoen de relatieve watervraag ten opzichte van grasland varieert (zie tabel B4.1).

De belangrijkste akkerbouwgewassen (met het grootste areaal) in Nederland zijn aardappelen, mais, suikerbieten en granen. Deze gewassen hebben een verschillend patroon in de watervraag (potentiële verdamping). Mais en gras kennen een relatief hoge watervraag. Gras verdampt over het hele groeiseizoen, terwijl mais pas eind mei flink toeneemt. Granen hebben een relatief hoge watervraag aan het begin van het groeiseizoen (april-juni), maar het groeiseizoen is relatief vroeg afgelopen. De watervraag voor granen is in augustus relatief laag en in september nul. Suikerbieten en aardappelen hebben een grote watervraag aan het eind van het groeiseizoen, terwijl de watervraag in mei en juni relatief laag is. Bij veranderingen van het bouwplan per regio moet hiermee rekening worden gehouden.

Tabel 3.3		Potentiële verdamping (in mm) in De Bilt tijdens het groeiseizoen van gras en akkerbouwgewassen in 2003 (droog jaar)			
Maand	Gras	Granen	Mais	Aardappelen	Suikerbieten
April	69	56	0	0	0
Mei	79	79	54	44	40
Juni	109	131	113	124	102
Juli	103	92	130	116	116
Aug	91	24	113	103	109
Sept	59	0	79	13	65
Totaal	442	326	488	400	431

Vochtgehalte in de bodem

Of aan de watervraag van gewassen voldaan kan worden is afhankelijk van het vochtgehalte in de wortelzone. De maximale hoeveelheid water die de bodem kan vasthouden is de veldcapaciteit. Om water uit de wortelzone te onttrekken moeten planten een onderdruk creëren die lager is dan de onderdruk van het water in de bodem. De maximale onderdruk die planten kunnen opbouwen noemen we het verwelkingspunt. Als de druk van het bodemvocht beneden dit punt

komt, kunnen planten het water niet meer onttrekken uit de wortelzone. Het vocht dat beschikbaar is voor de plant is dus het vochtgehalte bij veldcapaciteit minus het vochtgehalte bij het verwelkingspunt. Niet elke bodem kan evenveel water vasthouden. In het algemeen kunnen we stellen dat met name zandbodems weinig water kunnen vasthouden en daardoor gevoelig zijn voor droogte. Zandbodems kunnen meer water vasthouden als ze veel organische stof of kleideeltjes bevatten.

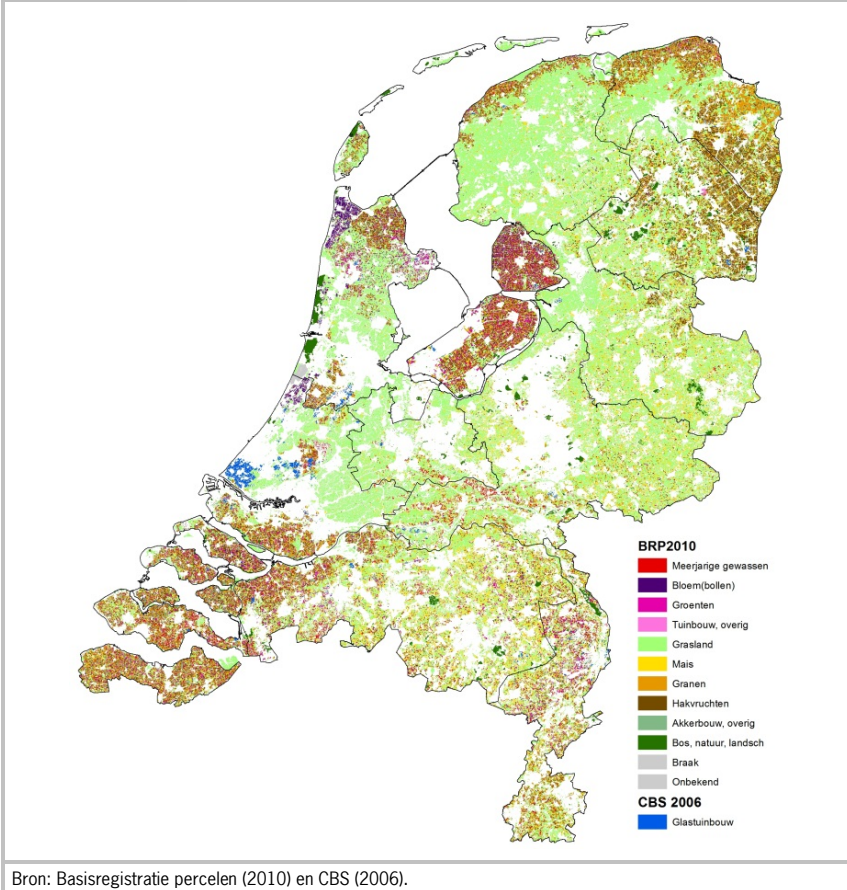
Het vochtgehalte in de wortelzone kan via verschillende routes worden aangevuld. Als neerslag de bodem binnendringt, vult het de watervoorraad in de wortelzone aan. Ook het grondwater kan een belangrijke rol spelen bij de wateraanvulling van de wortelzone: via capillaire opstijging kan het de wortelzone bereiken. Als dat het geval is, heeft de plant beschikking over extra water en is zij minder gevoelig voor droogte. Bij te lage grondwaterstanden kan het grondwater de wortelzone niet meer bereiken. In dat geval zijn het gewas en de landbouw puur afhankelijk van regenwater. Grofweg kunnen we stellen dat in kwelgebieden, droogmakerijen en polders grondwater de wortelzone kan bereiken en in wegzijgingsgebieden dat niet het geval is. In Nederland speelt wegzijging vooral op de zandgronden en in het Limburgse heuvelland (zie figuur 3.2). Hier is de landbouw afhankelijk van neerslag en eventueel beregening. Deze gebieden zijn extra gevoelig voor droogte. Zandgronden zijn daarnaast extra gevoelig omdat ze een lage watercapaciteit hebben. Lössgronden, die met name in Limburg voorkomen, kennen juist een hoge watercapaciteit.

Figuur 3.2**Zandgronden en Limburgs heuvellandschap**

Het neerslagoverschot/-tekort is een maat voor droogte. Het neerslagtekort is gedefinieerd als de totale neerslag in het groeiseizoen (begin april tot eind september) minus de potentiële verdamping gedurende die periode. In het droge jaar 2003 liep het neerslagtekort gemiddeld over ons land uiteindelijk op tot 227 mm. Een dergelijke droogte komt op dit moment ongeveer eens in de tien jaar voor. Recordjaar 1976, waarin sprake was van een extreme droogte, leverde een maximaal tekort op van 360 mm (website KNMI).

Kwetsbare teelten

Een watertekort leidt niet direct tot schade aan de agrarische productie. Planten reageren verschillend op watertekorten en elk gewas kent een andere gevoeligheid. Ook kan de gevoeligheid binnen het groeiseizoen verschillen. Granen zijn bijvoorbeeld gevoelig voor droogte aan het begin van het groeiseizoen, maar tijdens het afrijpen zijn ze ongevoelig.

Figuur 3.3**Grondgebruik Nederland, 2010**

Ontwikkeling van de landbouw in relatie tot de watervraag

De productiviteit van de Nederlandse landbouw is de afgelopen eeuw fors toegenomen. Deze productiviteitsvergroting staat voor het moderniserings- en transformatieproces dat zich sinds 1890 in de agrarische sector heeft voltrokken (Bieleman, 2000). Onder productiviteit verstaan we de hoeveelheid output die kan worden geproduceerd met een vaste hoeveelheid inputs (Mundlak, 2000). Met name technologische ontwikkelingen (mechanisatie, veredeling, kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen) en verbeteringen in management hebben de productiviteit gestimuleerd. Daarnaast hebben de landinrichting en waterprojecten fysieke beperkingen die de omgeving de landbouw oplegde, deels weggenomen. Ondanks een grotere waterefficiëntie in de landbouw, is de

potentiële verdamping en daarmee het watergebruik sinds de Tweede Wereldoorlog gestegen. Dit komt omdat de landbouw steeds hoogwaardige gewassen is gaan telen. De mogelijkheid om de waterhuishouding te beheersen onafhankelijk van een onzekere klimaatfactor als de neerslag betekende een fundamentele doorbraak voor de landbouw (Bieleman, 2000). De oogstzekerheid nam hierdoor toe.

3.3 Het watersysteem

Nederland kent een hoofdwatersysteem en verschillende regionale watersystemen. Het hoofdwatersysteem bestaat uit alle waterwegen die in het beheer zijn van Rijkswaterstaat (rivieren, meren, kanalen, Waddenzee en Noordzee). Dit zijn de belangrijkste waterwegen van Nederland. De oppervlakte van het hoofdwatersysteem in Nederland bedraagt 65.250 km² (Rijkswaterstaat, 2011). Het beheer is gericht op veiligheid, tegengaan van bodemdaling, bevaarbaarheid en verdeling van zoet water over Nederland. Het zoete water wordt verdeeld over verschillende sectoren, zoals landbouw, natuur, industrie, energie, recreatie en drinkwater. In deze paragraaf gaan we in op de zoetwaterverdeling.

In Nederland valt in een gemiddeld jaar bijna 800 mm neerslag. Daarnaast stroomt er water via rivieren en beken uit België en Duitsland naar Nederland, met name via de Rijn en de Maas. Deltares heeft een waterbalans opgesteld voor Nederland op basis van berekeningen met het Nationaal Hydrologisch Instrumentarium (NHI) (Klijn et al., 2011). Hieronder zijn de resultaten in tabelvorm weergegeven. Onder verbruik verstaan we water gebruikt voor consumptie en voor productieprocessen in de industrie. Deltares heeft bij het opstellen van de balans aangenomen dat de grondwaterstand gelijk blijft en daarmee uit de balans valt.

Tabel 3.4		Gemiddelde waterbalans voor Nederland (1971-2000) en voor een extreem droog jaar (1976)			
		Gemiddeld		Extreem droog jaar	
		mm	procenten	mm	procenten
In	Neerslag	795	26	535	30
	Rijn	1.915	64	1.130	63
	Maas	200	7	95	5
	Overige rivieren en beken	90	3	40	2
	Totaal	3.000	100	1.800	100
Uit	Verdamping	565	19	528	29
	Verbruik	60	2	163	9
	Uitstroom naar zee	2.375	79	1.109	62
	Totaal	3.000	100	1.800	100

Bron: Klijn et al. (2011).

Een aantal zaken valt op in tabel 3.4. Ten eerste is de instroom uit de grote rivieren de belangrijkste post op de nationale balans van inkomend water. Deze is in een gemiddeld jaar ongeveer driekwart van het totaal en in een extreem droog jaar ruim twee derde. Ten tweede stroomt een groot deel van de beschikbare hoeveelheid water naar de zee. In een gemiddeld jaar bijna 80% en in een extreem droog jaar ongeveer 60%. Van het totale water dat niet afstroomt naar de zee, verdamt in een gemiddeld jaar ongeveer 90% en in een extreem droog jaar ongeveer 75%. We kunnen ervan uitgaan dat de landbouw voor een groot deel van deze verdamping verantwoordelijk is, omdat zij grofweg 70% van het areaal van Nederland beslaat.

In Nederland is er over het algemeen voldoende water. Toch kunnen in droge perioden op bepaalde plekken watertekorten ontstaan. Indien er tekorten ontstaan in het regionale watersysteem, kan er in grote delen van Nederland water vanuit het hoofdwatersysteem worden aangevoerd, maar niet overal.

We onderscheiden grofweg vier typen watervragen. Een watervraag kan zich richten op peilbeheer, waterkwaliteitsbeheer, beregening en overig waterverbruik.

Peilbeheer is gericht op 'vaste' waterpeilen, die zijn geoptimaliseerd voor het landgebruik. Daarnaast kan een hoog (grond)waterpeil bodemdaling beperken. Bodemdaling leidt tot potentieel grote schades aan kades, oevers, heipalen, funderingen, enzovoort. In droge perioden ontstaat er een neerslagtekort, omdat de verdamping (evapotranspiratie) doorgaat. Het watertekort in peilgestuurde systemen kan bij gebrek aan neerslag alleen worden aangevoerd vanuit het

hoofdwatersysteem. Via inlaatpunten wordt water ingelaten om regionale watersystemen op peil te houden. Peilbeheer zorgt er ook voor dat er water beschikbaar blijft voor de landbouw. Het slootwater bereikt echter niet automatisch de wortelzone. Boeren kunnen vochttekorten aanvullen via beregening. Daarnaast infiltreert het water uit de sloten in de bodem, als het grondwaterpeil lager staat dan het slootpeil. Via het grondwater kan het dan in de wortelzone terechtkomen. Op goed doorlatende gronden kan water de wortelzone bereiken, op slecht doorlatende gronden lukt dit over het algemeen niet. Met het systeem van peilgestuurde drainage bereikt meer water de wortelzone in droge tijden. Peilbeheer is daarmee belangrijk voor de zoetwatervoorziening van de landbouw.

Verzilting en eutrofiëring gaat men tegen door regionale watersystemen door te spoelen met zoet en schoon water. Ook het water om door te spoelen wordt via inlaatpunten vanuit het hoofdwatersysteem naar het regionale systeem vervoerd.

Verder onttrekt men grondwater of oppervlaktewater voor irrigatie (beregening), drinkwaterwinning en koel- en proceswater (energieopwekking en industrie). Over het algemeen is er aanzienlijk meer water nodig voor peilbeheer en doorspoeling dan voor irrigatie. Dit verschilt sterk per gebied, maar over heel Nederland dient ongeveer 60% voor peilbeheer, 20% voor doorspoeling en 20% voor irrigatie (Klijn et al., 2010).

Waterverdeling over Nederland

Het water wordt verdeeld via een aantal belangrijke 'kranen'. De stuw bij Driel regelt de waterverdeling over de Waal, IJssel en Nederrijn. Het waterbeheer is erop gericht dat er bij lage rivierafvoeren zo lang mogelijk 285 m³/s door de IJssel kan stromen en er minimaal 25 m³/s door de Nederrijn stroomt. Dit minimale debiet door de Nederrijn is nodig voor de waterverdeling tussen het Amsterdam-Rijnkanaal en de Lek. Bij lagere afvoeren dan 1.300 m³/s in de Rijn bij Lobith kan men het debiet van 285 m³/s voor de IJssel niet meer handhaven. Dit heeft met name gevolgen voor de bevaarbaarheid. Het water van de Maas wordt verdeeld over de Zuid-Willemsvaart, het Julianakanaal en de Grensmaas. De kanalen leveren zoet water voor Limburg en Noord-Brabant (peilbeheer en doorspoelen) (Klijn et al., 2011).

Waterverdeling tijdens droogte

In perioden van droogte kunnen niet alle zoetwaterfuncties over voldoende zoet water beschikken. Daarom zijn zoetwaterfuncties geprioriteerd in de zogeheten verdringingsreeks. Hierdoor is duidelijk welke functies men bij tekorten als eerste van water voorziet. De landbouw staat onderaan de verdringingsreeks, sa-

men met onder meer industrie, binnenvisserij en scheepvaart. Zaken als veiligheid (stabiliteit waterkeringen), onomkeerbare schade voorkomen (inklinking veen), nutsvoorzieningen (drinkwater en energie) en kleinschalig hoogwaardig gebruik (proceswater en tijdelijke beregening van kapitaalintensieve gewassen) hebben in de verdringingsreeks voorrang boven de (economische) belangen van de landbouw. Dat betekent feitelijk dat men schades in de landbouw eerder zal accepteren dan bijvoorbeeld uitval van drinkwater- of energievoorziening.

3.4 Droogte en beregening

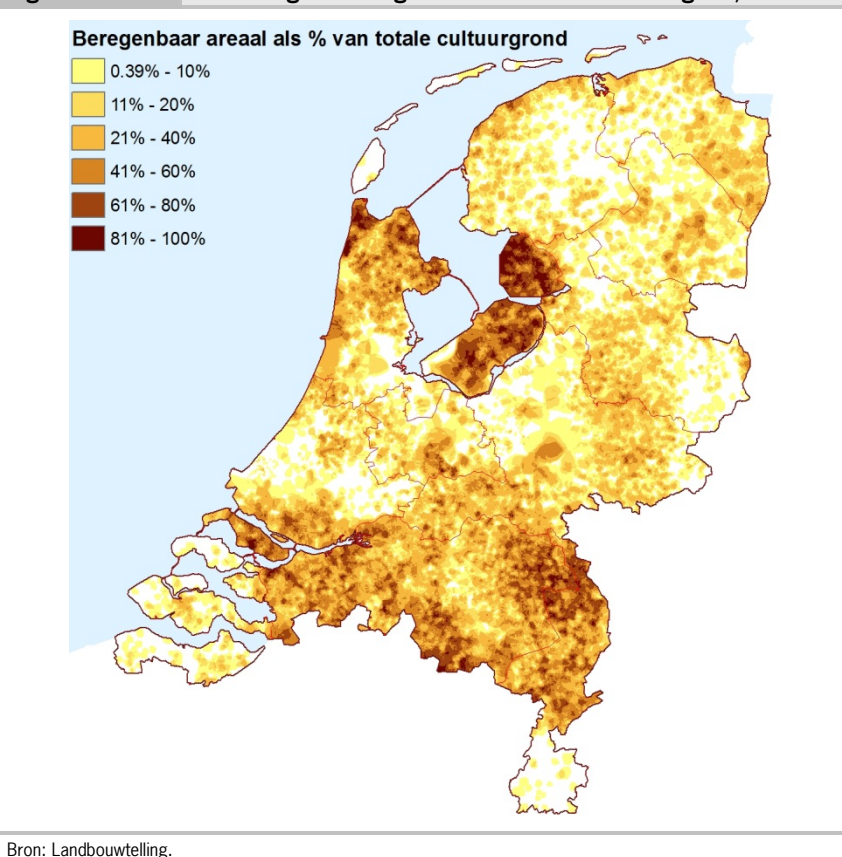
Beregening kan direct plaatsvinden uit het oppervlaktewater of uit het grondwater. De landbouw maakt veel gebruik van grondwater. Een grondwaterbron is makkelijk aan te leggen en grondwater is op veel plaatsen voorradig. De hoeveelheid en samenstelling verschillen wel per gebied.

De landbouw verbruikte veel water in 2003, dat te boek staat als een droog jaar. In de lage delen van Nederland kan nauwelijks zoet grondwater worden gewonnen, omdat er dan brak of zout water naar boven komt. De duinen, waar vanouds al drinkwaterwinning plaatsvindt, zijn daarop een uitzondering. De zoetwatervoorraden daar vult men kunstmatig aan met rivierwater.

De grondwaterstand in een gebied hangt af van een groot aantal factoren, die allemaal direct of indirect door het klimaat worden beïnvloed. Het gaat hierbij bijvoorbeeld om neerslag, vochttekort, beregening uit grond- en oppervlaktewater, aanvoer van water, afvoer, bodemsamenstelling en hoogteverschillen (Rosenboom et al., 2011).

In Noord-Brabant en Limburg zijn gebieden met verschillende opbouw van diepe en ondiepe grondwaterpakketten te vinden als gevolg van breuklijnen in de ondergrond. Van groot belang voor de regio is de diepe Centrale Slenk, waaruit men het overgrote deel van het drink- en industriewater wint. In de Zuidwestelijke Delta is het grondwater brak. Voor dit gebied komt zoet water beschikbaar via een natuurlijk basissysteem, bestaande uit neerslagafhankelijke zoetwaterlenzen en zoetwaterbellen die boven op het zout-brakke grondwatersysteem zijn ontstaan (zie Visser et al., 2011).

Figuur 3.4 **Percentage cultuurgrond dat kan worden beregend, 2010**

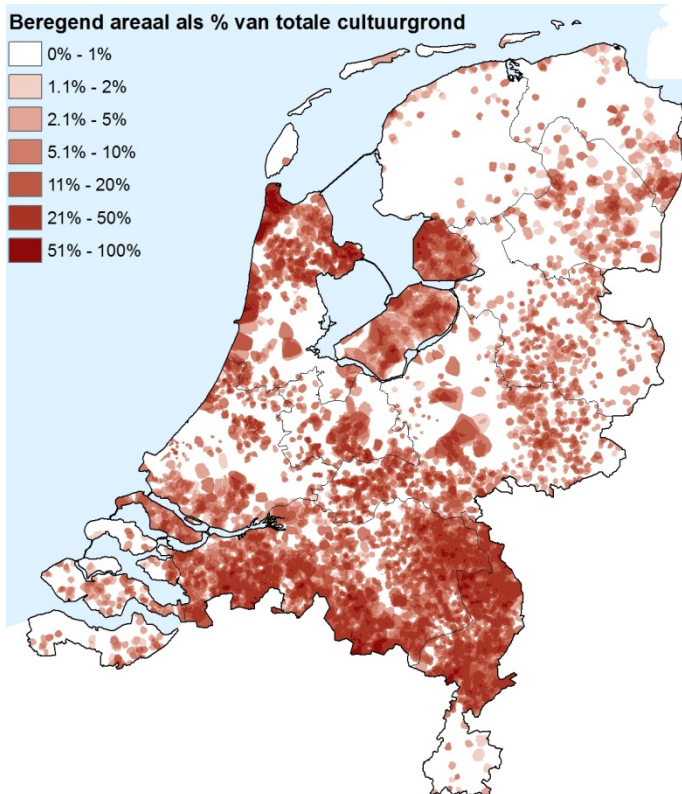


In de gehele Zuidwestelijke Delta, behalve in West-Brabant, komt grondwater met een hoog chloridegehalte dicht onder het maaiveld voor. De watergangen zijn daarom in grote delen van het gebied brak tot zout. Door het neerslagoverschot vormt zich van nature boven op het 'zoute' grondwater een zoetwaterlens. Het zoete regenwater infiltreert deels naar het grondwater, maar blijft ook achter in de bodem als hangwater (tussen het grondwaterpeil en het maaiveld). Daarnaast zal door capillaire opstijging zoet water beschikbaar komen in de wortelzone (Visser et al., 2011).

Vooraf na de droge jaren 1975 en 1976 zijn landbouwers gaan investeren in beregening. In 1975 bedroeg het beregenbare areaal circa 4% en eind 1976 al 9% van het landbouwareaal (Bieleman, 2000). Volgens de Landbouwtelling is dit areaal in 2005 toegenomen tot ongeveer 20%. In 2007 en 2010 was dit

respectievelijk 24% en 26%. Het areaal dat kan worden beregend is dus enorm gegroeid. In hectaren kon er in 2010 ongeveer 490 duizend hectare worden beregend op een totaal areaal van ongeveer 1,9 mln. ha (zie figuur 3.4 voor regionale spreiding).

Figuur 3.5 **Percentage cultuurgrond daadwerkelijk beregend, 2009**



Bron: Landbouwtelling.

Het daadwerkelijk beregende areaal is lager dan die 490 duizend hectare (figuur 3.5). Dit areaal hangt af van de droogte in een bepaald jaar en de voorkeuren van een ondernemer.

3.5 Verzilting en doorspoeling

Verzilting betekent dat het zoutgehalte van het grondwater of oppervlaktewater geleidelijk toeneemt. Dat kan komen doordat zout water vanuit de zee (een zout-tong) rivieren en kanalen instroomt, ofwel externe verzilting. Hierdoor kunnen waterinlaatpunten te zout worden om water in te laten. In andere gevallen komt brakke kwel vanuit het grondwater omhoog (interne verzilting). Dat laatste komt met name voor in diepe polders en droogmakerijen. Over het algemeen geldt: hoe dieper, des te groter de kweldruk (V&W, 2008). Interne verzilting veroorzaakt niet alleen verzilting van het oppervlaktewater in de droogmakerijen zelf, maar ook van de (wijde) omgeving door afvoer naar de boezem (Oranjewoud, 2011). Verzilt water kan via beregening of via het grondwater in de wortelzone komen, waardoor de zoutconcentraties oplopen en zoutschades kunnen ontstaan. Verder kunnen onzorgvuldige irrigatiemethoden debet zijn aan verzilting. De verwachting is dat klimaatverandering, bodemdaling en zeespiegelstijging de impact van verzilting zullen vergroten. In Nederland zijn de kuststrook, gebieden die water inlaten dat verzilt kan zijn en diepe droogmakerijen gevoelig voor verzilting.

Van Dam et al. (2007) geven een overzicht van de kennis over de effecten van verzilting op de landbouw. Van Bakel et al. (2011) hebben een poging gedaan om de beschikbare kennis te actualiseren. Hier vatten we de bevindingen van de hierboven genoemde studies samen. Verzilting kan forse effecten hebben op de land- en tuinbouw, omdat veel van de huidige teelten gevoelig zijn voor een hoog zoutgehalte in water of bodem (Van Dam et al., 2007). Te zout water schaadt gewassen op de volgende manieren.

- Een plant kan bij te hoge zoutconcentraties moeilijker water en voedingsstoffen opnemen. Hierdoor kan bijvoorbeeld droogteschade ontstaan.
- Bepaalde zouten zijn giftig voor gewassen.
- Zout kan in de wortelzone de beworteling beperken. Bij beregening over het gewas kan bladverbranding en schade aan het oogstbare product ontstaan. De kennis hierover is echter beperkt (Van Bakel et al., 2011).
- Verzilting kan leiden tot structuurbederf van de bodem (Van Bakel et al., 2011). Planten hebben een verschillende zouttolerantie, die soms zelfs door het groeiseizoen verschilt. De shadedrempel is het chloridegehalte (of elektrische conductiviteit) waaronder geen schade optreedt aan de plant. Bij hogere chloridegehalten neemt de schade lineair toe (Maas en Hoffman, 1976).

Maas en Hoffman (1976) hebben een systeem ontwikkeld, waarbij gewassen zijn ingedeeld in gevoeligheidsklassen. Het gaat hierbij om de gevoeligheid voor zout in de wortelzone. Deze methodiek geeft een goed inzicht in hoe kwetsbaar gewassen en bedrijfssystemen zijn. In tabel 3.4 zijn de zouttoleranties van verschillende gewassen weergegeven. De meest kwetsbare gewassen zijn gelabeld als S (sensitive); het gaat dan bijvoorbeeld om bloembollen en fruit. Gras, granen en koolzaad zijn de meest tolerante gewassen (T) in de tabel. De overige gewassen zitten tussen gevoelig en tolerant in: aardappelen, mais en veel groenten zijn enigszins gevoelig voor zout in de wortelzone; bieten, andijvie, asperges en krotten zijn in beperkte mate tolerant. De Nederlandse omstandigheden verschillen sterk van de omstandigheden (klimaat, chemische samenstelling irrigatiewater en irrigatietechniek) waaronder Maas en Hoffman de gevoeligheidsklassen hebben afgeleid. Van Bakel et al. (2011) hebben daarom geprobeerd de gevoeligheidsklassen te actualiseren.

Waterbeheerders voeren water aan naar een aantal verziltingsgevoelige gebieden om de verzilting te bestrijden. Het bestrijden van verzilting is gericht op het beschikbaar houden van zoet water voor de landbouw en daarmee schade aan de landbouw voorkomen. Het waterbeheer probeert verzilting te bestrijden door het regionale watersysteem in het verzilte gebied door te spoelen.¹ Hiervoor is water uit het hoofdwatersysteem noodzakelijk.

¹ In het algemeen passen waterbeheerders doorspoeling toe om een goede waterkwaliteit te handhaven of bewerkstelligen, bijvoorbeeld door stilstaand water te laten stromen of door water te verdunnen. Doorspoelen kan gericht zijn op de effecten van verzilting, maar ook op nutriënten van landbouwgebieden en waterzuiveringsinstallaties of op het tegengaan van stank, zuurstofloosheid of algengroei.

Tabel 3.4		Zouttolerantie voor verschillende gewassen volgens Maas (1985)
Sector	Gewas	Tolerantie
Grasland	Gras	T
Akkerbouw	Granen	T
	Koolzaad	T
	Bieten	MT
	Aardappel	MS
	Mais	MS
	Uien	S
Groente	Andijvie	MT
	Asperges	MT
	Kroten	MT
	Kool	MS
	Broccoli	MS
	Sla	MS
	Knolselderij	MS
	Spinazie	MS
	Tuinbonen	MS
	Witlof	MS
	Wortelen	S
	Stambonen	S
Fruit	Alle soorten	S
Bloembollen	Alle soorten	S
Boomkwekerij	Grote verschillen tussen soorten	
S=Sensitive, T=Tolerant, MS=Moderately sensitive, MT=Moderately tolerant.		

3.6 Synthese

Nederland heeft een concurrerende landbouw met hoge opbrengsten per hectare (zie bijlage 1). Waterbeheer en landinrichting hebben sterk bijgedragen aan het wegnemen van fysieke beperkingen. Ook het hoge kennisniveau van agrariers en een goed ontwikkeld agrocomplex zijn belangrijke factoren. Nederland beschikt daarnaast in het algemeen over voldoende zoetwater. In andere delen van de wereld is dit nogal eens een beperkende factor.

Zoals eerder opgemerkt, is de beschikbaarheid van zoet water onder het huidige klimaat in Nederland goed, zeker ten opzichte van andere gebieden

in Europa. Er is een neerslagtekort in het groeiseizoen, maar dit leidt meestal niet tot grote schades. In (extreem) droge jaren, zoals in 2003, neemt de productie wel flink af. Dit hoeft echter niet per definitie tot een slecht bedrijfsresultaat te leiden, omdat de prijzen kunnen stijgen als gevolg van schaarste aan (kwalitatief goede) landbouwproducten.

In droge jaren zijn een aantal gebieden extra kwetsbaar:

- Wegzijgingsgebieden: wegzijgingsgebieden zijn gebieden waar neerslagtekorten niet kunnen worden aangevuld vanuit het grondwater. Deze gebieden zijn afhankelijk van het beschikbare water in de wortelzone aan het begin van het groeiseizoen en van de neerslag. Een groot deel van de droge zandgronden behoort tot deze gebieden.
- Gebieden met bodems die weinig water vasthouden: niet alle bodems kunnen evenveel water vasthouden. In principe kunnen bodems met een fijne structuur en veel organisch materiaal water goed vasthouden. Arme zandbodems daarentegen houden slecht water vast.
- Verziltinggevoelige gebieden (ook door verzilting van inlaatpunten): verzilting van grond- en oppervlaktewater kan tot forse schade leiden in de landbouw, omdat veel gewassen gevoelig zijn voor te hoge zoutconcentraties. Verzilting treedt vooral op in de Zuidwestelijke Delta, de kuststrook en in diepe droogmakerijen.
- Gebieden waar beregening of de aanvoer van water niet mogelijk is: agrariërs of waterbeheerders kunnen watertekorten aanvullen door te beregenen of water aan te voeren. Indien dit niet mogelijk is, dan is het gewas afhankelijk van het grondwater, de neerslag en de watercapaciteit van de bodem.

Veranderingen in de watervraag van de landbouw en kwetsbaarheid voor watertekorten kunnen ontstaan door veranderingen in het grondgebruik of managementveranderingen van bedrijven. Andere gewassen kunnen leiden tot andere pieken in de watervraag en andere schades. Veranderingen in de bedrijfsvoering kunnen bijvoorbeeld het aanleggen van een opvangbekken zijn. Een opvangbekken beperkt overigens wel de grondwateraanvulling van het watersysteem. Ook kan de kwetsbaarheid voor watertekorten veranderen door aanpassingen in het waterbeheer. Bijvoorbeeld door beregeningsverboden en andere keuzes in de zoetwaterverdeling.

4 Landbouw en zoet water op middellange termijn (2025)

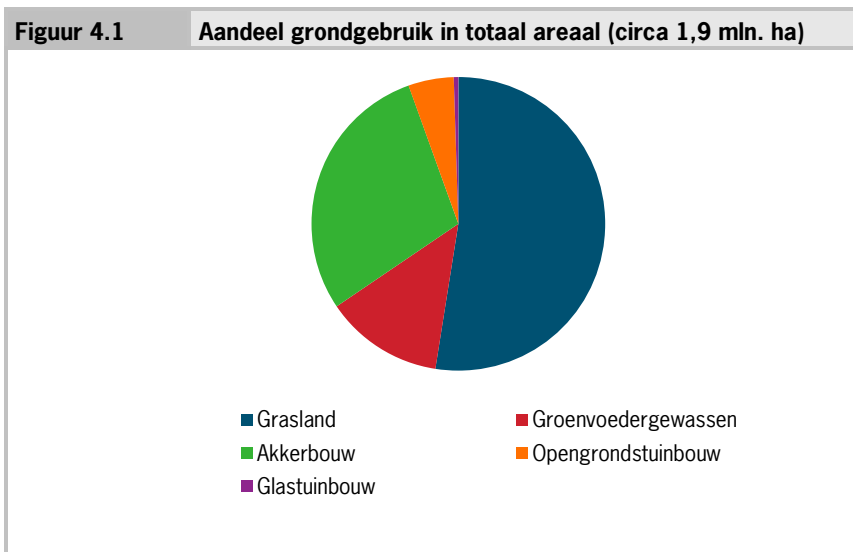
4.1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft de Nederlandse landbouw in 2025. Daarbij beschouwen we het veranderend grondgebruik in de Nederlandse land- en tuinbouw en de consequenties daarvan voor de zoetwaterbehoefte van de land- en tuinbouw. De waterbehoefte is geen onderdeel van de perspectievenstudie, maar op basis van de ontwikkelingen van arealen, verschuivingen in gewassen en verwachte productiviteitsveranderingen door technologische ontwikkelingen geven we een indicatie van de ontwikkeling van de waterbehoefte van de Nederlandse land- en tuinbouw. Op basis van verschuivingen in de arealen van gewassen kunnen we ook een indicatie geven voor de mate waarin de landbouw zich voorbereidt op de gevolgen van klimaatverandering.

De beschrijving van de Nederlandse land- en tuinbouw in 2025 is gebaseerd op de resultaten van de perspectievenstudie voor de landbouw in 2025, zie Berkhout et al. (2011). We onderscheiden hierbij de (1) akkerbouw en grondgebonden veehouderij en (2) tuinbouw waarbij grasland het grootste aandeel in het areaal vormt (zie figuur 4.1).

In 2009 bestond het areaal opengrondstuinbouw voor ongeveer 30% uit groenten, 30% uit bollen en circa 20% uit boomkwekerijen. Bij het opstellen van de perspectievenstudie is verondersteld dat de situatie voor de beschikbaarheid van oppervlakte- en grondwater in 2025 niet wijzigt ten opzichte van 2009.

In paragraaf 4.2 gaan we in op het grondgebruik in de akkerbouw en grondgebonden veehouderij. Hierbij zullen we regionale verschuivingen in het bouwplan analyseren. In paragraaf 4.3 gaan we kwalitatief in op ontwikkelingen in de tuinbouw. We sluiten het hoofdstuk af met een synthese voor de zoetwaterbehoefte van de landbouw in 2025.

Figuur 4.1**Aandeel grondgebruik in totaal areaal (circa 1,9 mln. ha)**

4.2 Akkerbouw en grondgebondenveehouderij

4.2.1 Grondgebruik

In dit hoofdstuk gaan we uit van het huidige serviceniveau voor zoet water. Het gebruik van extra water naast regenwater is locatiegebonden en afhankelijk van de teelt. Hierbij zijn teeltrotaties belangrijk voor de jaarlijkse variatie in de lokale waterbehoefte. Tabel 4.1 laat zien dat in het referentiescenario het totaal areaal graan toeneemt (zie bijlage 2 voor de uitgangspunten). Dit komt met name door een toename van het areaal tarwe en gerst, terwijl het totaal areaal van het overig graan (iets) afneemt. De verwachting is dat de prijzen voor akkerbouwproducten zich tot 2025 gunstiger ontwikkelen dan de prijzen voor dierlijke producten (zie Berkhout et al., 2011). Door een daling van het areaal suikerbieten daalt het totale areaal licht in de komende jaren met 18.000 ha. Het totale areaal graan neemt toe, onder meer vanwege de afschaffing van de verplichte braak in 2008 en de relatief gunstige prijsontwikkeling van granen.

Het areaal akkerbouwmatige groenteteelt neemt toe. Onder akkerbouwmatige groente vallen gewassen zoals boerenkool, knolselderij, spinazie en winterpeen. De ontwikkeling van het areaal groente akkerbouwmatig volgt hiermee de trend van de periode 2004 tot en met 2009, waarbij het areaal gelijk blijft, zie tabel 4.1. Voor deze studie nemen we aan dat de ontwikkeling van open-

grondsteelten die van akkerbouwmatige groenten volgen. Eén van de mogelijke achterliggende factoren van deze groei is de verdere schaalvergroting in de akkerbouw. Deze schaalvergroting gaat vooral via de aankoop van grond en machines. Berkhout et al. (2011) geven aan dat het aandeel van groentegewassen in het bouwplan op gemiddeld grotere akkerbouwbedrijven relatief hoog is; bij verdergaande schaalvergroting mag worden verwacht dat dit aandeel nog verder toeneemt. Dit leidt tot een verdere intensivering van grondgebruik. Het totaal areaal pootaardappelen en consumptieaardappelen neemt in vergelijking tot 2004 iets af. Het areaal fabrieksaardappelen neemt sterk af. Dit wordt mede veroorzaakt door de ontkoppeling van productie en subsidies binnen het GLB en door marktontwikkelingen; 20% van het aardappelzetmeelquotum wordt ingeleverd. Daarnaast is er door de hogere opbrengsten per hectare, steeds minder grond nodig om het aardappelzetmeelquotum vol te produceren. Door de toenemende opbrengst van suikerbieten (in termen van suiker per hectare) neemt het areaal suikerbieten af naar ongeveer 57.000 ha in 2025. Hierbij moet worden opgemerkt dat in de perspectievenstudie de ontwikkeling van de opbrengst per ha in de suikerbietenteelt na 2009 relatief laag wordt ingeschat (zie Berkhout et al., 2011). Bij een hogere opbrengst per ha en een gelijkblijvend suikerquotum kan het areaal sterker afnemen dan hier weergegeven. Tabel 4.1 laat zien dat het totale areaal akkerbouw afneemt. Dit komt toch met name ook door de daling van het areaal overig akkerbouw, waaronder groenbemesting en braak.

Tabel 4.1**Arealen en aandelen akkerbouw en voedergewassen in Nederland in 2009 en 2025**

	2009		2025	
	Areaal	Aandeel	Areaal	Aandeel
	1.000 ha	(%)	1.000 ha	(%)
Tarwe	151	8	159	9
Gerst	44	2	46	3
Overig graan	26	1	24	1
Subtotaal granen	221	12	229	14
Oliehoudende gewassen	4	0	4	0
Suikerbieten	73	4	57	3
Akkerbouwmatige groenteteelt	52	3	55	3
Pootaardappelen	38	2	37	2
Consumptieaardappelen	71	4	68	4
Fabrieksaardappelen	47	3	39	2
Overige akkerbouw	47	3	44	3
Totaal akkerbouw (inclusief granen)	553	31	533	32
Snijmaïs	254	14	231	14
Grasland	975	55	919	55
Overige voedergewassen	0	0	0	0
Totaal voedergewassen	1.229	69	1.150	68
Totaal	1.782	100	1.683	100

Bron: DRAM, zie ook Berkhout et al. (2011).

Het areaal voedergewassen (grasland en snijmaïs) neemt tussen 2009 en 2025 af, namelijk met zo'n 80 duizend hectare (zie tabel 4.2). Deze daling is gebaseerd op de omvang van de melkproductie en het aantal melkkoeien. Binnen de groep melkveebedrijven vindt een verschuiving plaats van kleinere bedrijven naar de grotere melkveebedrijven. Het areaal voedergewassen neemt juist toe op de overige bedrijven, waaronder voormalige melkveebedrijven.

Het bovenstaande is een indicatie dat het aandeel van melkveebedrijven in het totale grondgebruik afneemt, terwijl het aandeel van akkerbouwbedrijven en overige bedrijven toeneemt. Dit komt min of meer overeen met de trend in de periode 2004-2009, waarin het aandeel van melkveebedrijven in het totale grondgebruik eveneens is afgenomen, het aandeel van akkerbouwbedrijven vrijwel constant is gebleven en het aandeel van de overige bedrijven (hokdierbedrijven, graslandbedrijven, overige graasdierbedrijven, enzovoort) sterk is toegenomen. Hieronder vallen ook voormalige melkveebedrijven die de productie

beëindigd hebben, maar de grond nog in bezit houden. Wanneer de melkproductie na afschaffing van de melkquotering meer uitbreidt dan uit de huidige berekeningen met AGMEMOD naar voren komt, dan zou de verdeling van de beschikbare hoeveelheid landbouwgrond over de verschillende sectoren er anders uit kunnen zien. Dat zal ook consequenties hebben voor de waterbehoefte vanuit de landbouw.

Tabel 4.2 Areaal voedergewassen (grasland en snijmais) per type bedrijf in Nederland in 2009 en in 2025 in het referentiescenario (* 1.000 ha)			
	2009	2025	Index (2009=100)
Totaal melkveehouderij	901,8	782,6	86,8
Grote melkveebedrijven extensief	302,0	361,3	119,6
Grote melkveebedrijven intensief	203,4	242,5	119,2
Kleine melkveebedrijven	396,4	178,8	45,1
Overige bedrijven (onder meer akkerbouw, veehouderij, vleesveehouderij, graslandbedrijven, enzovoort)	326,5	369,3	113,1
Totaal areaal grasland en snijmais	1.228,3	1.151,9	93,8
Bron: DRAM, zie ook Berkhout et al. (2011).			

4.2.2 Waterbehoefte en kwetsbaarheid teelten

De exacte zoetwaterbehoefte van de landbouw is niet bekend, maar op basis van de resultaten uit tabel 4.2 kunnen we de zoetwaterbehoefte van de landbouw in 2009 en 2025 afleiden. Hierbij gaan we in deze paragraaf voor inschatting van veranderingen in de zoetwaterbehoefte uit van het potentiële zoetwatergebruik van de landbouw zoals gedefinieerd in hoofdstuk 3; we gaan er dus van uit dat er voldoende water aanwezig is in de wortelzone. Voor de ontwikkeling van het potentiële zoetwatergebruik van de landbouw zijn drie elementen van belang:

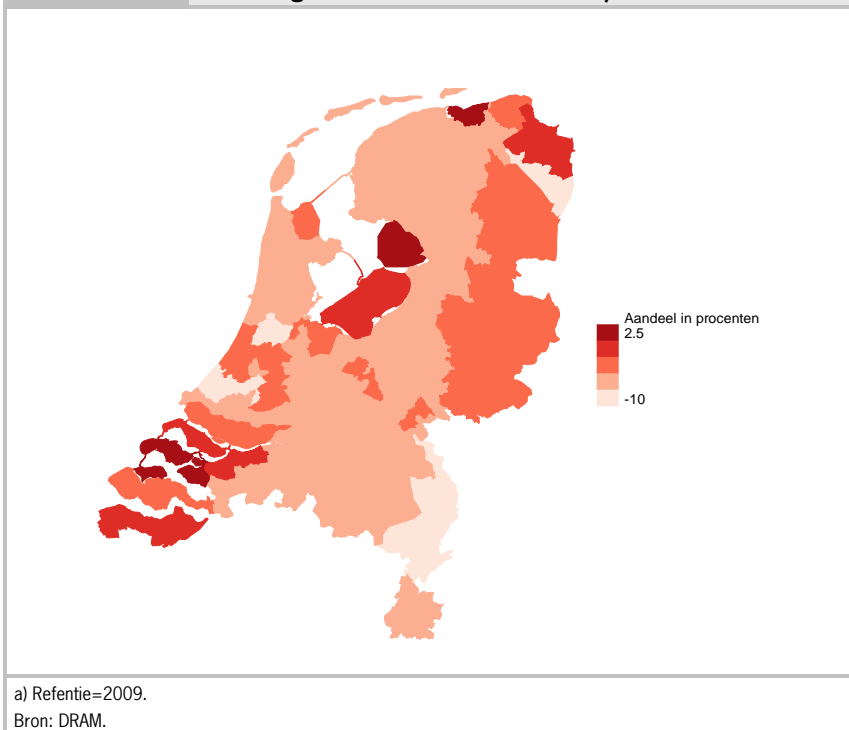
- Het totale areaal beschikbare landbouwgrond is een indicator van de waterbehoefte van de landbouw. Een groter areaal betekent een grotere waterbehoefte;
- De verdeling van gewassen bepaalt de waterbehoefte. Een groter areaal van waterintensieve gewassen (zie hoofdstuk 3) vergroot de waterbehoefte van de landbouw;

- De technologische ontwikkeling maakt het mogelijk dat agrariërs efficiënter produceren met productiemiddelen zoals zoet water.

Het totale beschikbare areaal is van belang omdat er uit grond in gebruik door de landbouw meer water verdampt dan uit braakliggend terrein. In stedelijk gebied kan water niet makkelijk in de bodem doordringen en wordt het sneller afgevoerd via het rioleringssysteem. Het grondgebruik heeft invloed op de verdamping vanuit de bodem en de snelheid waarmee water wordt afgevoerd. De wijzigingen in het grondgebruik op bedrijfsniveau gericht op bedrijfseconomische rendementsverbetering gebeurt ook door meer hoog salderende teelten in het vaak toch al intensieve bouwplan op te nemen. Door deze ontwikkeling vertraagt het onderscheid tussen akkerbouw, bloembollen- en opengrondsgroententeelt geleidelijk.

De perspectievenstudie voor 2025 (Berkhout et al., 2011) gaat uit van een daling van het areaal landbouwgrond met 0,4% per jaar. Ondanks de daling van het areaal verwacht de studie dat er nauwelijks effect is op de totale productie in de akkerbouw en veehouderij, omdat de productiviteit van landbouwgewassen (productie per ha) toeneemt. Daardoor zal de teruggang in areaal in 2025 nauwelijks invloed hebben op de zoetwaterbehoefte van de landbouw, waardoor de waterbehoefte in 2025 nauwelijks verschilt van de huidige zoetwaterbehoefte en schade (zie figuur 4.1). Daarbij komt dat een deel van dit areaal naar de opengrondstuinbouw gaat.

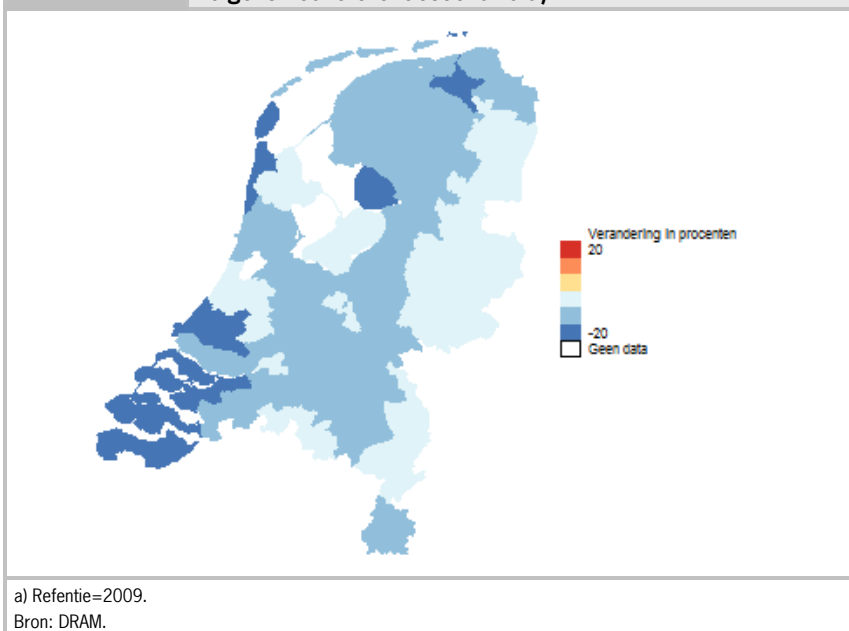
Figuur 4.1 is slechts een zeer grove benadering en slechts opgenomen ter indicatie. De figuur geeft ook geen inzicht in de kwetsbaarheid op specifieke momenten in het jaar of de kwetsbaarheid voor droogtes binnen een jaar waar de verdeling van water een belangrijke rol speelt. De teruggang in areaal is niet gelijkmatig verdeeld over de verschillende vormen van grondgebruik en regio's. De aandelen grasland (55%) en snijmais (14%) nemen licht af af ten opzichte van 2009. Het aandeel akkerbouw neemt licht toe. Door klimaatverandering kunnen vaker problemen optreden in de akkerbouw door factoren als bodemvruchtbaarheid, bodemverdichting (zware mechanisatie) en erosie (zie Jansens en Smit, 2011). Deze factoren kunnen leiden tot lagere opbrengsten en/of misoogsten. Bovendien neemt het aantal gewasbeschermingsmogelijkheden af door een meer stringent gewasbeschermingsbeleid. Daarnaast is in de berekeningen verondersteld dat de fysieke opbrengsten per hectare van granen groeien met 0,5 tot 0,9% per jaar (Berkhout et al., 2011); deze percentages zijn gebaseerd op -afvlakkende- historische trendontwikkelingen. Samen met het stijgende areaal neemt de totale waterbehoefte voor granen hierdoor toe.

Figuur 4.1**Verandering zoetwaterbehoefte voor LEI 66-gebieden in 2025 volgens het referentiescenario a)**

Het areaal grasland daalt in de meeste regio's (zie figuur 4.2). Het areaal daalt vooral op melkveebedrijven. Overigens neemt ook het areaal snijmais af (grasland en snijmais dalen samen ongeveer 80.000 ha). Ten slotte kunnen in vergelijking tot het referentiescenario de voorstellen van de Europese Commissie leiden tot extra grasland.¹

¹ Op 12 oktober 2011 heeft de Europese Commissie de voorstellen gepresenteerd voor het gemeenschappelijk landbouwbeleid 2014-2020. De voorstellen moeten per 1 januari 2014 ingaan. Deze voorstellen kunnen leiden tot wijzigingen in het grondgebruik.

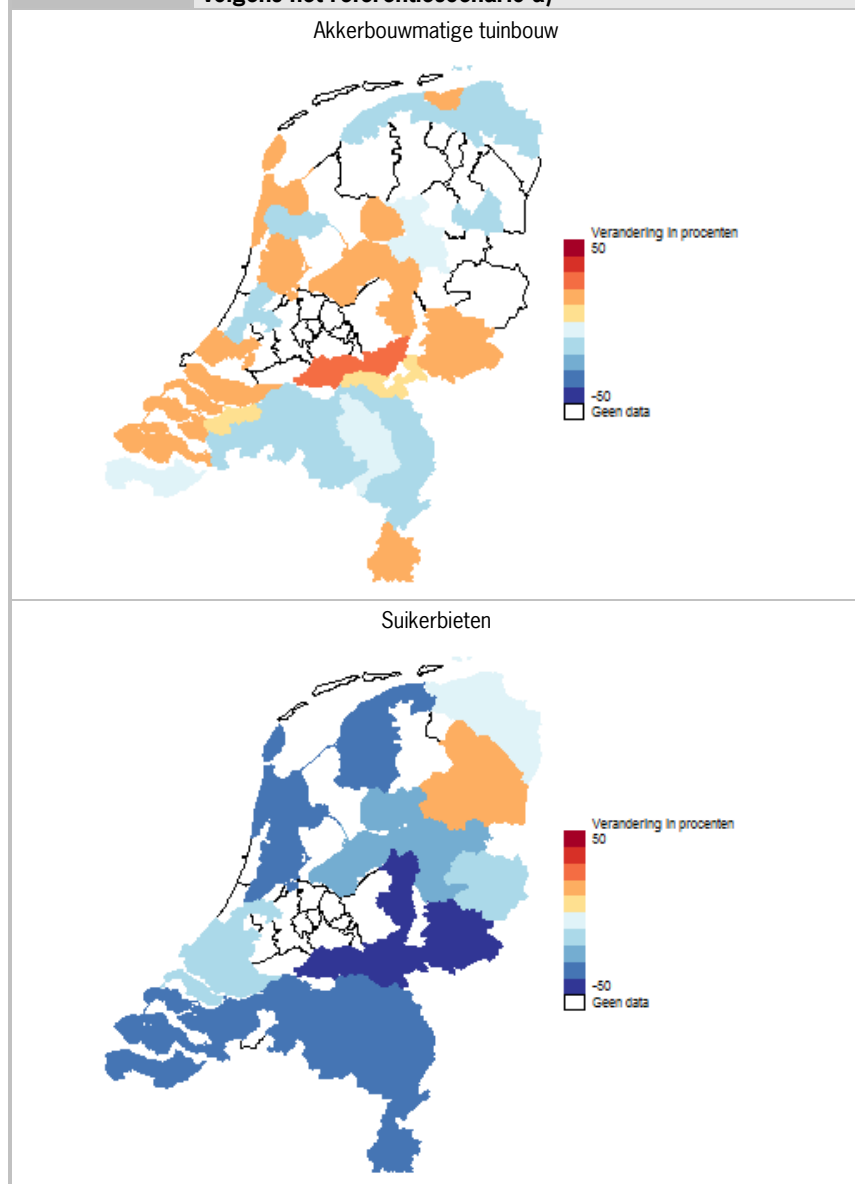
Figuur 4.2 Verandering areaal grasland voor LEI 66-gebieden in 2025 volgens het referentiescenario a)



Figuur 4.3 geeft de regionale ontwikkeling van het grondgebruik voor akkerbouwmatige groenteteelt en granen, bieten en aardappelen voor de LEI-landbouwgebieden tot en met 2025. De ontwikkeling van deze gewassen per landbouwgebied wordt vooral bepaald door de extrapolatie van data afkomstig uit de Landbouwtelling. We maken gebruik van de Landbouwtelling van 2004 tot en met 2009. Naast de extrapolatie spelen de uitkomsten van AGMEMOD, de effecten van aanscherping van het mestbeleid en de daling van het aardappelzetmeelquotum (-20%) eveneens een rol.

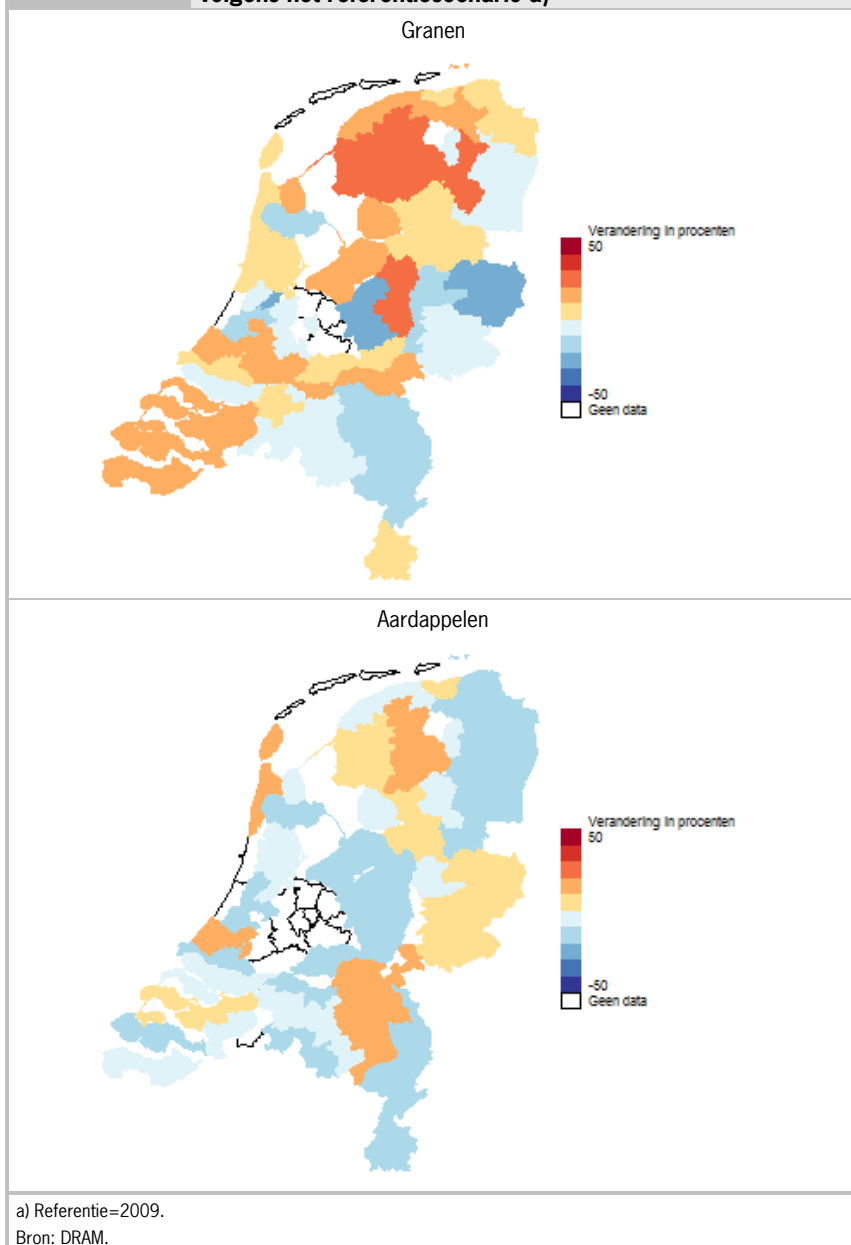
Figuur 4.3

Verandering areaal akkerbouwmatige groenteteelt, suikerbieten, graan en aardappelen voor LEI 66 gebieden in 2025 volgens het referentiescenario a)



Figuur 4.3
(vervolg)

Verandering areaal akkerbouwmatige groenteteelt, suikerbieten, graan en aardappelen voor LEI 66 gebieden in 2025 volgens het referentiescenario a)



De modelresultaten laten zien dat de akkerbouw min of meer gelijk blijft in areaal, maar dat er regionale verschillen zijn (zie figuur 4.3). De akkerbouwmatige groenteteelt neemt tot 2025 toe in een groot gedeelte van Nederland, met uitzondering van Noord-Nederland en de provincies Noord-Brabant en Limburg. Het areaal granen daalt of blijft gelijk voor de zandgronden. In de meeste regio's neemt het areaal pootaardappelen af of blijft gelijk, met uitzondering van Zeeland en Limburg. Het aantal hectaren fabrieksaardappelen en suikerbieten neemt in alle regio's af. Uit deze regionale verschuivingen in areaal volgt dat we niet kunnen spreken van de waterbehoefte voor Nederland als geheel, maar dat die zich regionaal verschillend ontwikkelt.

4.3 Tuinbouw

4.3.1 Grondgebruik

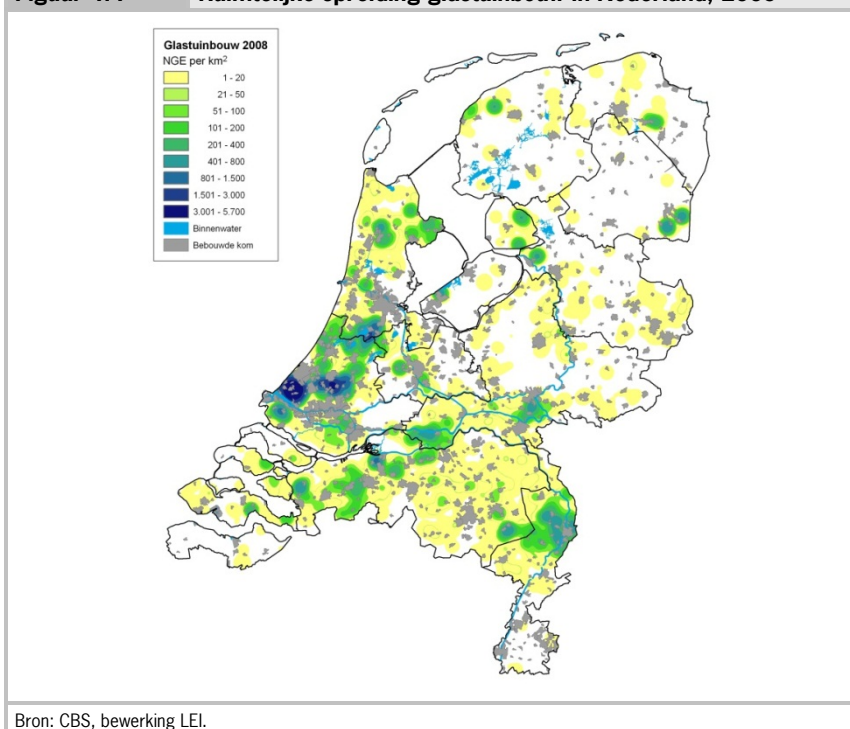
De tuinbouwsector bestaat uit verschillende subsectoren: glastuinbouw, boomteelt, bloembollenteelt, fruitteelt, opengrondsgroente en paddenstoelenteelt. Het totale areaal voor deze sectoren is circa 100.000 ha. Deze sectoren zijn verschillend voor wat betreft het type bedrijven, aard van de productie, producten, organisatie en markt. In de tuinbouw heeft zich in de loop van de jaren een geleidelijke proces van schaalvergroting voorgedaan. Op bedrijfsniveau vindt schaalvergroting vooral via 'schaalsprongen' plaats (Van der Meulen, 2011). Dit betekent dat er een verdubbeling of verdrievoudiging van de bedrijfsoppervlakte plaatsvindt die samengaat met de intensivering van de teelt. Dit kan lokaal grote invloed hebben op het watersysteem.

Op dit moment is ongeveer 0,5% van het agrarisch grondgebruik glastuinbouw. Het areaal (glas)tuinbouw blijft naar verwachting de komende jaren schommelen rond de 10.000 ha; enige daling is ook niet uitgesloten (Berkhout et al., 2011). Ongeveer 75% van het areaal ligt in Zuid-Holland, Noord-Holland en Noord-Brabant (zie figuur 4.4).

Het ruimtelijk beleid richt zich op vermindering van verspreid liggend glas dat buiten de concentratiegebieden ligt (LEB, 2010). Het doel is om verspreid glas te laten afnemen en de glastuinbouw te concentreren in Greenports en 18 kleinere satellietlocaties. PBL (2010) verwacht dat verspreid glas minder dan 900 ha zal zijn. De drie greenports voor glastuinbouw (Aalsmeer, Westland & Oostland in de driehoek Berkel-Bleiswijk-Bergschenhoek en Venlo) zijn ongeveer 3.800 ha groot, ofwel 38% van de oppervlakte glastuinbouw. Dit verspreide

glas is ondersteunend glas voor teelten voor een bepaalde fase in de productie, zoals in de bollenkwekerij. Verwacht mag worden dat een verandering in zoetwaterbehoefte vanuit verspreid glas een relatief beperkt effect zal hebben in verhouding tot de andere vragers in een regio. In de glastuinbouw zal naar verwachting een sterke schaalvergroting en internationalisatie in alle schakels van de keten plaatsvinden. Glastuinbouwbedrijven van 30 ha of meer zijn al realiteit (Berkhout et al., 2011).

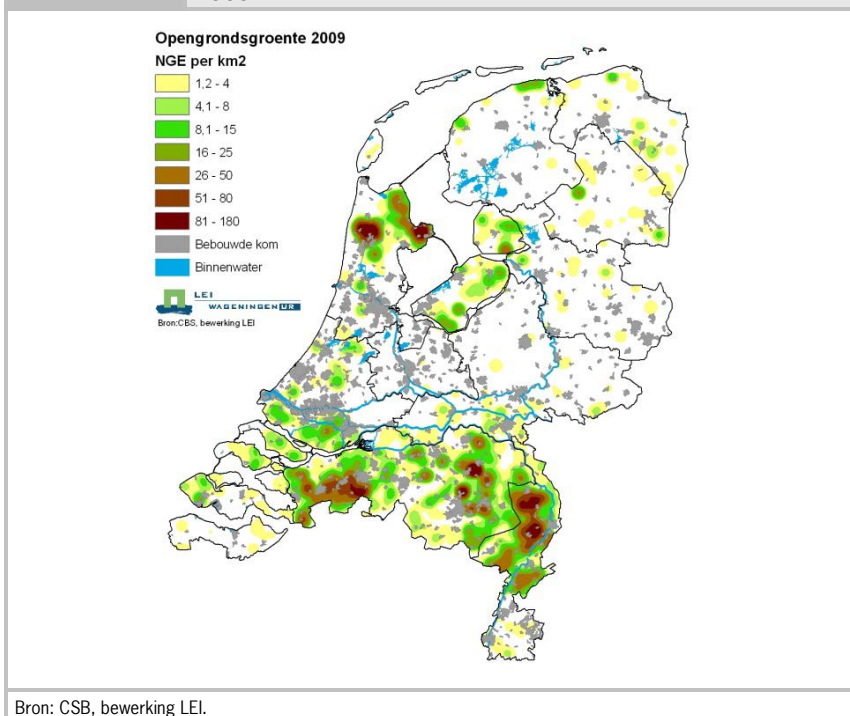
Figuur 4.4 Ruimtelijke spreiding glastuinbouw in Nederland, 2009



De opengrondsgroenteteelt bestaat uit intensieve gewassen als aardbeien, asperges, diverse koolsoorten, prei, sla en witlof. Dit zijn producten voor de versmarkt. Het aandeel van de opengrondstuinbouw in het totale areaal cultuurgrond beslaat ongeveer 5% ofwel circa 90.000 ha. Bij een afnemend aantal bedrijven laat het areaal opengrondstuinbouw, kleine areaalschommelingen tussen de jaren zien; per saldo is het areaal de laatste tien jaar redelijk stabiel tot licht groeiend, zoals in de boomteelt. Circa 60% van het areaal bevindt zich in Noord-Holland, Noord-Brabant en Limburg (zie figuur 4.5).

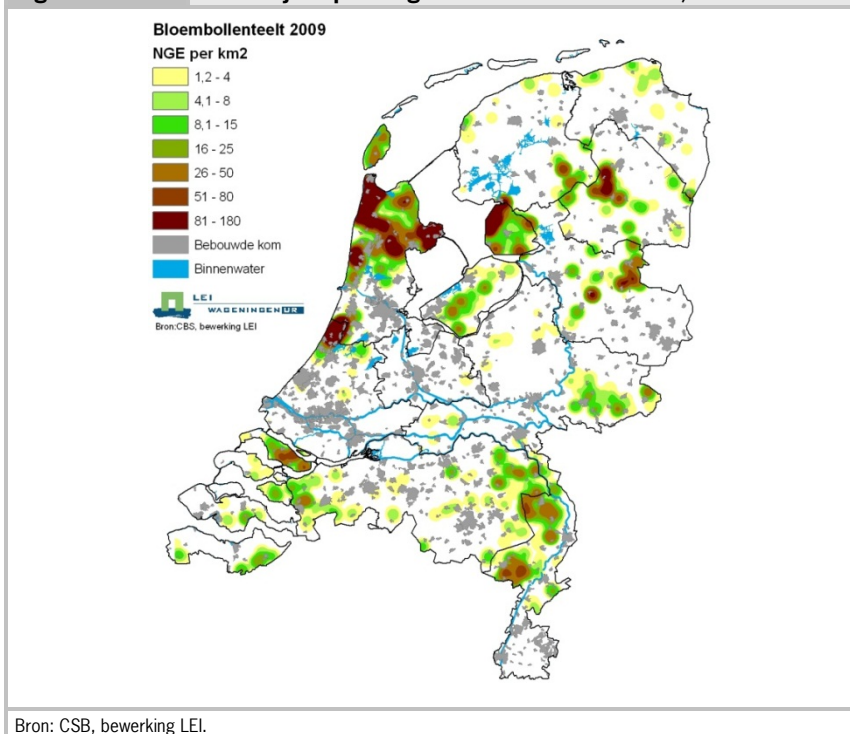
Figuur 4.5

Ruimtelijke spreiding opengrondstuinbouw in Nederland, 2009



Groenteteelt concentreert zich in West-Friesland, de Noordoostpolder, het westen van Brabant en Limburg/Brabant. Het areaal opengrondstuinbouw is vanaf 2000 gegroeid met ongeveer 0,9% per jaar.

In Nederland zijn er in veel gebieden gunstige natuurlijke omstandigheden voor bloembollen: licht, klimaat en bodem. Het aantal gespecialiseerde bloembollenbedrijven daalde in 2010 zeer fors met 11% tot 760 bedrijven. Het areaal bloembollen is met 1,5% daarentegen slechts licht afgenomen tot 23.240 ha. Circa 80% van dit areaal ligt in Noord-Holland, Zuid-Holland en Flevoland. Concentratiegebieden zijn de Kop van Noord-Holland en de bollenstreek van Zuid-Holland (zie figuur 4.6).

Figuur 4.6**Ruimtelijke spreiding bollenteelt in Nederland, 2009**

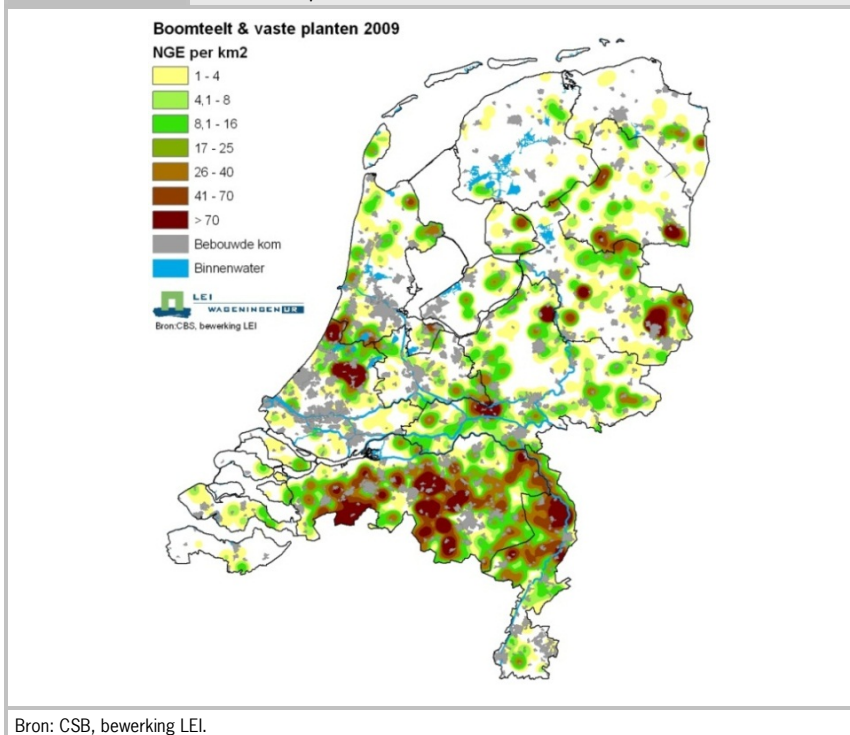
Hierbij is twee derde van het areaal in handen van gespecialiseerde bedrijven, die gemiddeld 21 ha bloembollen telen. De bollenteelt is hierbij van Europees belang en ook het belang op de wereldmarkt neemt toe. In de toekomst zal er meer ruimte voor bollen nodig zijn. Bunte en Dijkxhoorn (2008) schatten voor de periode 2005-2020 een toename van het areaal met 8.000 ha. Deze uitbreiding zou voor een belangrijk deel in Noord-Holland plaatsvinden (Kuhlman et al., 2009). Voor bollentelers (vooral voor tulpen en in mindere mate lelies) is de beschikbaarheid van nieuwe grond belangrijk. Deze grond wordt van akkerbouwers en veehouders gepacht. De groei van de sector is sterk afhankelijk van ontwikkeling van de wereldwijde marktvraag naar bloembollen. Daarmee is de economische groei in de importlanden een belangrijke factor voor deze sector. Bij de bollenteelt is het belangrijk om de bodemgezondheid en -vruchtbaarheid onder controle te krijgen (Berkhout et al., 2011).

Het areaal in de boomteelt is de laatste jaren redelijk stabiel. De boomkwekerij benut een areaal van circa 17.000 ha. Dit areaal bestaat voor het grootste

gedeelte uit volle grond, maar in toenemende mate wordt er ook geteeld op pot- en containervelden en onder glas. Bijna 80% van dit areaal bevindt zich in Noord-Brabant, Limburg en Gelderland (zie figuur 4.7).

Figuur 4.7

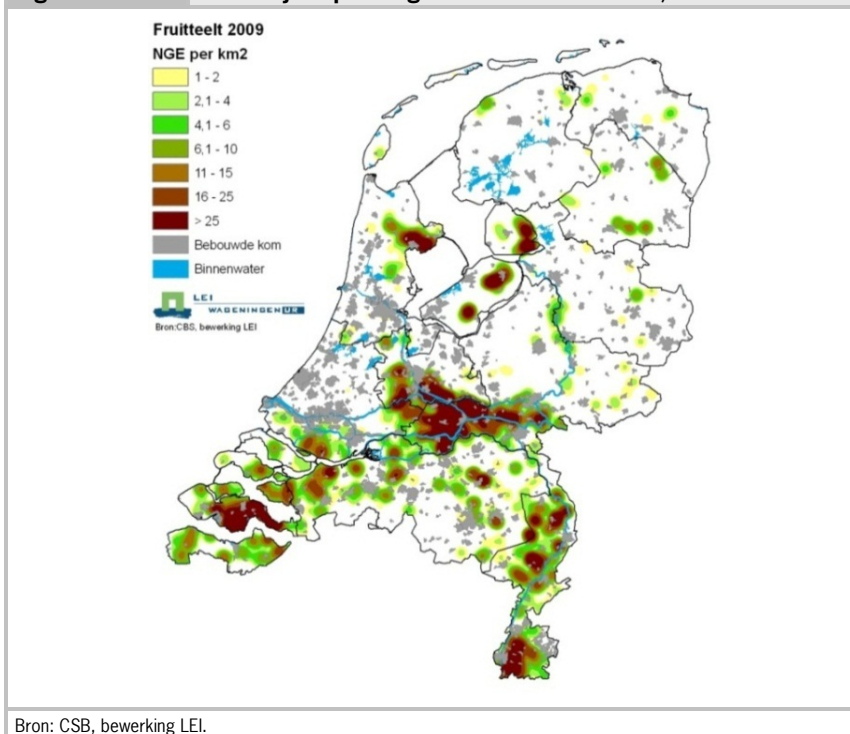
Ruimtelijke spreiding boomteelt en vaste planten in Nederland, 2009



Meer specifiek zijn Boskoop, Opheusden en Haaren belangrijke gebieden. De locatie van de gebieden wordt voor een belangrijk deel bepaald door grondsoort, beschikbaarheid aan water en klimaat (Vorage, 2010).

Ongeveer 70% van het areaal fruitteelt ligt in de provincies Gelderland, Zeeland, Limburg en Utrecht. Meer specifiek gaat het om de Betuwe, de Flevo-polder en Zeeland (zie figuur 4.8).

Figuur 4.8 Ruimtelijke spreiding fruitteelt in Nederland, 2009



Er is in de fruitteelt sprake geweest van een duidelijke schaalvergroting. Het gemiddelde fruitteeltbedrijf telt nu 10 ha.

4.3.2 Waterbehoefte

Door een verdere stijging van de productiviteit is het niet waarschijnlijk dat de vraag naar zoet water van de tuinbouw voor Nederland als geheel zal afnemen. Echter, er zullen wel regionale en sectorale verschuivingen optreden. Afhankelijk van in welke regio's de vraag naar tuinbouwproducten verandert, zullen de productie en areaal wijzigen. De marktpositie voor de Nederlandse tuinbouw is niet in elke regio en product dezelfde. Voor bloembollen is bodemgezondheid en vruchtbaarheid een belangrijke randvoorwaarde voor de teelt en watervraag in Nederland. Hierbij is klimaatverandering een belangrijke factor. Zomergroenten, bladgroenten, bloembollen, fruit en boomkwekerijgewassen behoren tot de meest droogtegevoelige gewassen (Slobbe et al., 2010).

Algemene uitgangspunten voor een duurzame zoetwatervoorziening voor de glastuinbouw zijn (Ruijs et al., 2010): (1) het gebruik van kwalitatief goed gietwater met als basis hemelwater; (2) een gesloten teeltsysteem voor teelten uit de grond (recirculatie van drainwater) en (3) hergebruiken van drainagewater bij teelten in de grond. Dit laatste punt is van toepassing voor zover zoute kwel en peilbeheersing in een gebied geen belemmering vormen. De glastuinbouw maakt naast regenwater gebruik van andere bronnen voor de watervoorziening (Bos et al., 2003). Als regenwater opdraakt, dan is bijmenging met water van slechtere kwaliteit noodzakelijk. Bij een toenemende intensivering zal het waterverbruik ook verder toenemen (Slobbe et al., 2010). Ook verwachten zij dat binnen 10 jaar verdroging in verschillende regio's adaptatie noodzakelijk zal maken. Met een toenemende wind leiden periodes van droogte tot veel verdamping en dan met name op hoge zandgronden en glastuinbouwgebieden die verder van de kust liggen. In het zuidwesten en de kustgebieden zijn er gewas-specifieke en regionaal gebonden gevolgen van verzilting.

De zoetwateraanvoer is belangrijk voor opengrondsgroenteteelten omdat de mogelijkheden voor beregening en de hoeveelheid neerslag bepalend zijn voor de productie en regionaal verschillen (zie ook Bont en Van der Knijff, 2006). Beregening is in een aantal regio's een toenemend probleem in droge zomers. In de hete droge zomers is de capaciteit voor beregening onvoldoende en neemt de beschikbaarheid van kwalitatief goed beregeningswater naar verwachting af (De Haan en Van Wijk, 2007).

Door de reizende bollenkraam verschilt de locatie van waterbehoefte voor bollenbedrijven van jaar tot jaar. Daarmee is dit een onzekere factor in het watersysteem. De waterbehoefte van de boomteelt is verschillend voor vollegrondsboomteelt en containerteelt; de vollegrondsboomteelt kan beregend worden met oppervlaktewater, terwijl voor containerteelt regenwater noodzakelijk is. Voor de boomteelt is de waterkwaliteit van beregeningswater belangrijk omdat te zout al snel een probleem is (Bos et al., 2003). De vraag vanuit de containerteelt is van relatief korte duur; regenwaterbassins bieden hier soelaas. Ook kan regenwater worden hergebruikt worden via recirculatie (Bos et al., 2003). Overigens maakt de boomteelt naast regenwater ook gebruik van andere bronnen voor de watervoorziening zoals oppervlaktewater. Voor de boomkwekerij in 2030 word verwacht dat de technische innovatie zal doorgaan (Mens, 2008).

4.4 Synthese

In dit hoofdstuk is een referentiescenario gebruikt voor de Nederlandse landbouw om inzicht te krijgen in de ontwikkeling van de landelijke zoetwaterbehoefte van de akkerbouw en veehouderij als gevolg van verschuivingen in grondgebruik. Voor de regionale zoetwaterbehoefte is gebruik gemaakt van DRAM. Voor de tuinbouw zijn deze inzichten kwalitatief aangevuld. De mogelijke ontwikkelingen van de Nederlandse landbouw voor het referentiescenario tot en met 2025 volgens AGMEMOD wordt gestuurd door kennis over marktontwikkelingen in het verleden en door informatie over de toekomstige macro-economische omgeving, beleidsomstandigheden en wereldmarktprijzen. De verdeling van de nationale landbouwproductie over de regio's is mede gebaseerd op extrapolatie van trends. Daarbij is het natuurlijk van belang welk periode wordt gebruikt voor de extrapolatie van de trends. In deze studie is dat 2004 tot en met 2009; een andere periode zou andere uitkomsten kunnen laten zien.

De resultaten laten een aantal ontwikkelingen zien voor de Nederlandse land- en tuinbouw. Daarbij is een teruggang van het totale landelijke areaal voor de akkerbouw en veehouderij het startpunt. Een deel van dat areaal gaat naar de tuinbouw en een ander deel komt buiten de landbouw terecht.

- De aanname over de jaarlijkse teruggang van het areaal is gebaseerd op ervaringen uit het verleden. Voor het scenario is ervan uitgegaan dat deze teruggang zich doorzet tot 2025. Door veranderingen in de technologie binnen de landbouw wordt verwacht dat het effect op de totale jaarlijkse waterbehoefte door de landbouw beperkt is. Ook de vraag naar water voor de vernatting van veenweidegebieden speelt hierbij een belangrijke rol. Daarbij komt dat gras een groter aanpassingsvermogen heeft dan akkerbouwgewassen en daarmee een kleiner productieverlies.
- Regionale verschillen zijn belangrijk (het schaalniveau is hierbij van belang). Een probleem zit in de zoutwatergebieden, waar de mogelijkheden om te beregenen met zoet water gering zijn. Er is wat dat betreft nog een wereld te winnen met efficiënter watergebruik en duurzaam bodembeheer.
- Een volledige ontkoppeling van het regionale watersysteem voor intensieve teelten (tuinbouw) is niet haalbaar, maar het kan wel een heel eind die kant opgaan.
- De kwetsbaarheid van het in 2025 gebruikte bouwplan neemt toe. In het voorjaar neemt de waterbehoefte toe door toename van bijvoorbeeld graanteelt en opengrondsgroenteteelt. Er wordt verwacht dat er in (delen) van de tuinbouw al binnen 10 jaar effecten zijn te verwachten van verdroging. De verwachting is dat de kwetsbaarheid van specifieke teelten niet of beperkt

toeneemt tot 2025 omdat we aannemen dat de klimaatverandering over deze periode verwaarloosbaar is.

5 Zoet water en landbouw in 2050

5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk onderzoeken we de kansen en bedreigingen voor de Nederlandse landbouw in 2050. In dit hoofdstuk wordt gewerkt met gecombineerde klimaat- en sociaaleconomische scenario's omdat beide impact hebben op de landbouw. Voor de sociaaleconomische scenario's wordt meestal uitgegaan van de studie *Welvaart en leefomgeving. Een scenariostudie voor Nederland in 2040 (WLO)* uit 2006. Voor klimaat zijn de KNMI'06-scenario's uitgangspunt. Deze werden in 2006 gepubliceerd en zijn de meest recente KNMI-klimaat-scenario's voor Nederland. Beide scenario's hebben we in bijlage 3 afzonderlijk beschreven. Deze gecombineerde scenario's worden geïntroduceerd in paragraaf 5.2. De scenario's vullen we voor de landbouw in aan de hand van beschikbare literatuur in paragraaf 5.3. Het hoofdstuk sluit af met een synthese met een vertaling van de scenario's naar de landbouwsector.

5.2 Gecombineerde scenario's: klimaat en sociaaleconomisch

Om de impact van klimaatverandering en sociaaleconomische ontwikkelingen op de landbouw te duiden, hebben we behoefte aan een scenario dat klimaat- en sociaaleconomische scenario's op een plausibele manier combineert. In Nederland is een aantal gecombineerde scenario's ontwikkeld (zie figuur 5.1). Hieronder volgen een aantal voorbeelden.

1. *LANDS (2004-2009, Vrije Universiteit, Alterra, PBL)*

Centraal in het LANDS-project staat de ruimtelijke weerslag van klimaatverandering. LANDS combineert de WLO-scenario's met de klimaatscenario's van het KNMI (zie bijlage 3). Dit levert 16 (4*4) scenario's op. Dat is niet werkbaar en daarom kiest LANDS ervoor om alleen de extreme scenario's uit te werken. LANDS combineert de WLO-scenario's *regional communities* scenario met de KNMI G-scenario's en het *global economy* met KNMI W-scenario's.

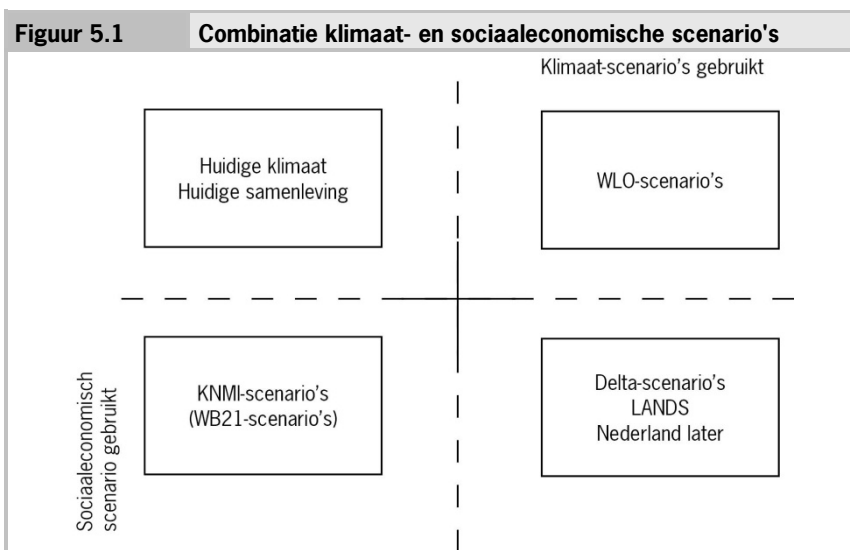
2. *Nederland later (2007, PBL)*

Het MNP (thans PBL) heeft binnen de studie Duurzaamheidsverkenning Nederland Later een aantal gecombineerde scenario's ontwikkeld. Het trendscenario is gebaseerd op het WLO *transatlantic market* scenario. Het

high spatial pressure scenario is gebaseerd op het WLO *global economy* scenario. Nederland Later heeft niet expliciet klimaatscenario's meegenomen, maar wel een aantal aspecten, zoals bijvoorbeeld de temperatuurstijging en de zeespiegelstijging.

3. *Deltascenario's* (2011, Deltares/PBL)

De Deltascenario's zijn ontwikkeld om de klimatologische en de sociaaleconomische ontwikkelingen van Nederland te verkennen. Het doel is om beleidsmakers (waterbeheer en ruimtelijke ordening) te helpen bij het ontwikkelen van visies en het nemen van maatregelen op het gebied van waterveiligheid en zoetwatervoorziening. Deze scenario's ondersteunen het Deltaprogramma en het Deltamodel en beschrijven de klimatologische en sociaaleconomische autonome ontwikkeling (zichtjaren 2050 en 2100). De Deltascenario's beschouwen 2000 als het referentiejaar. Elk Deltascenario beschrijft in principe trends naar een situatie in de zichtjaren (zie Bruggeman et al., 2011).



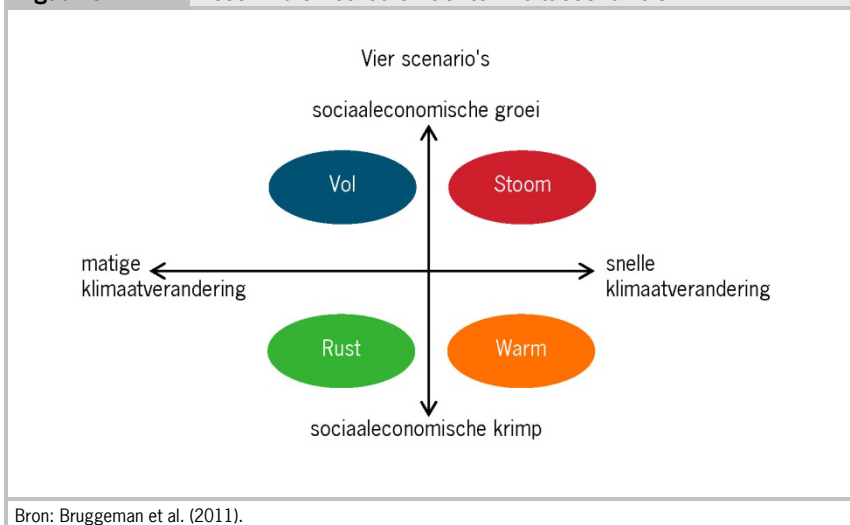
Van deze scenariostudies sluit de studie rond de Deltascenario's het best aan bij vragen over de toekomstige zoetwatervoorziening voor de landbouw omdat ze het meest zijn afgestemd op het Deltaprogramma. In dit onderzoek gebruiken we de Deltascenario's daarom als uitgangspunt. We zullen deze in het vervolg van deze paragraaf in nader detail bespreken.

De Deltascenario's kiezen voor de assenkruismethodiek. Op de ene as staat matige klimaatverandering tegenover snelle klimaatverandering. Op de andere as staat een lage ruimtedruk tegenover een hoge ruimtedruk. Dit leidt tot vier scenario's; DRUK¹, WARM, STOOM EN RUST (zie figuur 5.2).

Bij het ontwikkelen van de Deltascenario's is gebruik gemaakt van de KNMI'06-scenario's en de WLO-scenario's. In de Deltascenario's wordt de volledige bandbreedte van de KNMI'06-scenario's benut (zie horizontale as in figuur 5.2). Alle KNMI'06-scenario's zijn doorgerekend op hun effecten en de resulterende bandbreedte is vertaald in een langzame en snelle klimaatverandering (Bruggeman et al., 2011). In het Deltascenario worden de WLO scenario's *regional communities* (lage ruimtelijke druk) en *global economy* (hoge ruimtelijke druk) gebruikt (zie verticale as in figuur 5.2).

De KNMI-scenario's zijn ontwikkeld voor de hele tijdshorizon tot 2050, de WLO-scenario's zijn echter opgerekt om tot 2050 een voorspelling te doen.

Figuur 5.2 Assenkruismethodiek achter Deltascenario's



Hieronder zullen we de verschillende kwadranten, zoals gebruikt binnen de Deltascenario's uit figuur 5.2, verder toelichten voor de landbouw.

¹ In Bruggeman et al. (2011) wordt nog gesproken over het scenario VOL. Later is dit aangepast in DRUK.

- *Stoom*

Een snelle klimaatverandering gekoppeld aan een sterke economische groei. Dit leidt tot vaker voorkomen van meer extreem droge zomers. De bodemdaling blijft groot. De economische groei wordt gestimuleerd door een sterke globalisering. Er ontstaat wereldwijd een schaarste aan grondstoffen, water en voedsel door sterke bevolkingsgroei. In Nederland is materiële welvaart hoog en neemt de verstedelijking toe. Het areaal landbouw neemt af en wordt hoogwaardiger tot 2050. Hoogrenderende teelten, zoals glastuinbouw, nemen toe. Na 2050 neemt het areaal landbouw juist toe, gestimuleerd door de biobased economy. De grote ruimtelijke druk en sterk verweven functies stellen hoge eisen aan het waterbeheer (kwantiteit en kwaliteit), dat hierdoor complexer wordt.

- *Warm*

Een snelle klimaatverandering gekoppeld aan economische stagnatie en na 2050 aan economische krimp. Dit leidt tot vaker voorkomen van meer extreem droge zomers. De bodemdaling blijft groot, maar kan op plaatsen worden beperkt met peilopzet. Er ontstaan een aantal handelsblokken in de wereld. De mondiale energievoorziening en voedselproductie staan onder druk. De Nederlandse economie ontwikkelt zich naar kleinschalig en wordt regionaal zelfvoorzienend. Tot 2050 stabiliseert de bevolking, na 2050 is er krimp. Wel is er minder bevolkingsconcentratie. De landbouw neemt tot 2050 af, maar groeit daarna weer. De landbouw vestigt zich op goede gronden, teelt voornamelijk extensief. De glastuinbouw blijft zeer intensief en schakelt over op effectievere bewatering. De snelle klimaatverandering stelt eisen aan het watersysteem. De robuuste landbouw is echter flexibeler ten aanzien van het watersysteem.

- *Rust*

Een langzame klimaatverandering gekoppeld aan economische stagnatie en na 2050 aan economische krimp. De bodemdaling blijft alleen groot in intensief gebruikte landbouwgebieden. Er ontstaan een aantal handelsblokken in de wereld. De mondiale energievoorziening en voedselproductie staan onder druk. De Nederlandse economie ontwikkelt zich naar kleinschalig en wordt regionaal zelfvoorzienend. Tot 2050 stabiliseert de bevolking, na 2050 is er krimp. Wel is er minder bevolkingsconcentratie. De landbouw neemt tot 2050 af, maar groeit daarna weer. De landbouw vestigt zich op goede gronden, teelt voornamelijk extensief. De glastuinbouw blijft zeer intensief en schakelt over op effectievere bewatering. De druk op het watersysteem neemt vanuit klimaatverandering nauwelijks toe. De robuuste landbouw is flexibeler ten aanzien van het watersysteem.

- *Druk*

Een langzame klimaatverandering gekoppeld aan een sterke economische groei. Het klimaat verandert weinig. De bodemdaling blijft groot. De economische groei wordt gestimuleerd door een sterke globalisering. Er ontstaat wereldwijd een schaarste aan grondstoffen, water en voedsel door sterke bevolkingsgroei. In Nederland is materiële welvaart hoog en neemt de verstedelijking toe. Het areaal landbouw neemt af en wordt hoogwaardiger tot 2050. Na 2050 neemt areaal landbouw juist toe, gestimuleerd door de bio-based economy. De landbouw stelt hoge eisen aan het beschikbare water. De druk op het watersysteem neemt vanuit klimaatverandering nauwelijks toe. De grote ruimtelijke druk en sterk verweven functies stellen echter hoge eisen aan het waterbeheer (kwantiteit en kwaliteit), dat hierdoor complexer wordt.

In deze studie is gekozen om voort te bouwen op de Deltascenario's omdat ze specifiek ingaan op de zoetwatervoorziening in Nederland en ze worden gebruikt binnen het Deltaprogramma. De Deltascenario's zijn echter op dit moment nog niet voldoende uitgewerkt om een volledig inzicht te geven in de (regionale) effecten op landbouw en zoetwatervoorziening. Daarbij komt dat droogte als zodanig niet in de WLO-scenario's is opgenomen en daarmee niet in de Deltascenario's. De reden is dat ten tijde van het opstellen van de WLO-scenario's deze maatregelen meestal nog niet concreet waren uitgewerkt (WLO, 2006). In de Deltascenario's vindt geen interactie plaats tussen sociaaleconomische ontwikkeling en klimaatverandering. Met name voor de landbouw is dit wel van belang. Zo kan bijvoorbeeld een snelle klimaatverandering de economische ontwikkeling van de landbouw afremmen. Ook is er nog een verdere regionale en sectorspecifieke uitwerking nodig. Voor de KNMI-scenario's zijn methodieken beschikbaar om ze aan te laten sluiten bij het zoetwatervraagstuk voor de landbouw (zie bijlage 3). Ook de sociaaleconomische aspecten van de landbouw dienen op maat gemaakt te worden voor het zoetwatervraagstuk. Het gaat om aspecten als ruimtelijke verdeling van de landbouw, de ontwikkelingsrichting van de landbouw, ontwikkelingen van de markt, veranderingen in management, veranderingen in gewaskeuzen, technologische ontwikkeling, enzovoort. Dergelijke veranderingen kunnen van grote invloed zijn op de watervraag. Een meer kwantitatieve regionale uitwerking van scenario's voor 2050 zoals in hoofdstuk 4 voor 2025 valt buiten het bestek van dit onderzoek.

5.3 Aanvulling gecombineerde scenario's

Klimaatverandering kan in potentie de Europese en wereldmarkt flink beïnvloeden, omdat het een directe invloed heeft op de potentiële productie en de kans op schades. Verschillende studies gaan uit van een grotere potentiële productie in Noord-Europa en een kleinere potentiële productie in Zuid-Europa (zie onder meer Maracchi et al., 2005; Olesen en Bindi, 2004; Falloon en Betts, 2010). Volgens Olesen et al. (2011) kan de potentiële productie in Noord-Europa rond 2050 met 30% stijgen, terwijl de potentiële productie in Zuid-Europa afneemt met 30% (Falloon en Betts, 2010). De potentiële productie wordt in Noord-Europa ook beperkt door weersextremen, bodemdegradatie en watertekorten. Klimaatverandering werkt daarmee positief door op de Nederlandse concurrentiepositie, zeker als Nederland de grotere kans op schades met adaptatiemaatregelen kan beperken. Overigens wordt de concurrentiepositie ook bepaald door niet-klimaatfactoren.

In Nederland kan de potentiële productie van graan en aardappels in 2050 toenemen tot boven de 12 ton/ha en 60 ton/ha (Hermans et al., 2009). Hierbij zijn de kans op weersextremen niet meegenomen. Het maximale neerslagtekort is een maat voor de kans op het voorkomen van droogte. Het KNMI geeft aan wat het gemiddeld maximale neerslagtekort voor het zomerhalfjaar is in Nederland (2050) en hoe groot de kans is op een maximaal neerslagtekort als in 2003 (tabel 5.1).

Tabel 5.1		Gemiddelde maximale neerslagtekort in het zomerhalfjaar (vanaf 1 april) in de huidige situatie en in de vier KNMI'06-scenario's rond 2050, de zomerneerslag in 2050 in De Bilt en de verandering in herhalingstijd voor een maximaal neerslagtekort zoals in 2003 (rond de 220 mm)				
		1906-2000	G	G+	W	W+
Gemiddelde maximale neerslagtekort (mm)		144	151	179	158	220
Herhalingstijd voor een maximaal neerslagtekort zoals in 2003 (jaren)		9,7	7,9	4,1	6,5	2,0
Bron: Website KNMI: http://www.knmi.nl/klimaatscenario's/knmi06/gegevens/neerslag/ ; tabel 28).						

Onder het G-en het W-scenario neemt het maximale neerslagtekort nauwelijks toe. Onder het G+- en met name onder het W+-scenario neemt het neerslagtekort flink toe. Dit betekent dat onder die scenario's de zomers in Nederland flink droger worden. De kansen op droge perioden nemen onder elk scenario

toe, met ruim 1,2 maal (G-scenario), ongeveer 1,5 maal (W-scenario), ruim 2 maal (G+) en ruim 4 maal (W+). Geijzenborffer et al. (2011) schatten op basis van kaartmateriaal uit diverse studies in dat het areaal dat te maken krijgt met droogteschade in Nederland in 2050 oploopt tot 56%. Hierbij is gekeken bij welk deel van het areaal een vochttekort van 100 mm optreedt als er grasland op zou staan met een worteldiepte van 60 cm. In Noord-Nederland heeft zelfs 67% van het areaal last van droogteschade (Geijzenborffer et al., 2011).

Schades gerelateerd aan droogte kunnen groot zijn. We gaan in dit hoofdstuk in op schades als gevolg van hitte, droogte en verzilting. Schades als gevolg van natschade laten we buiten beschouwing. Overigens kunnen combinaties van natschade en droogteschade op hetzelfde perceel in hetzelfde jaar optreden. In Noord-Nederland zijn schades als gevolg van weersextremen in samenwerking met boeren ingeschat. Deze inschatting geeft een indicatie, maar schades kunnen variëren van perceel tot perceel en gebied tot gebied. Dit wil zeggen dat deze schade-indicaties niet automatisch van toepassing zijn op heel Nederland. Volgens Schaap et al. (2009) kunnen langdurig droge omstandigheden leiden tot een geleidelijke degeneratie van de zodenkwaliteit van grasland, met een grof geschatte schade van 5-10% opbrengstreductie per maand. Een periode met aanhoudend hete dagen (meer dan 3 dagen hogere temperaturen van 30 graden) leidt tot schades tot 10%. Onder zowel het G+- als het W+-scenario zien we een flinke toename van aanhoudend hete dagen. Aardappelen zijn erg gevoelig voor hittegolven. Deze zullen onder het G+- en het W+-scenario veel vaker voorkomen. Hitegolven in juni tot en met september kunnen leiden tot doorwas met een potentiële schade door kwaliteitsverlies van 25-75%. Ook kan de aardappelplant afsterven door hoge verdamping en verbranding tijdens een hitegolf. Langdurig droog weer tussen mei en september leidt tot schades aan suikerbieten met een opbrengstderving tussen de 10 en de 35%. De kans hierop neemt in het voorjaar toe onder de scenario's G+ en W+. Wintertarwe is gevoelig voor langdurig droog weer in de periode juni-augustus. Dit kan leiden tot schades tussen de 10 en de 50%. De kansen op langdurig droog weer nemen toe onder het W+- en het G+-scenario.

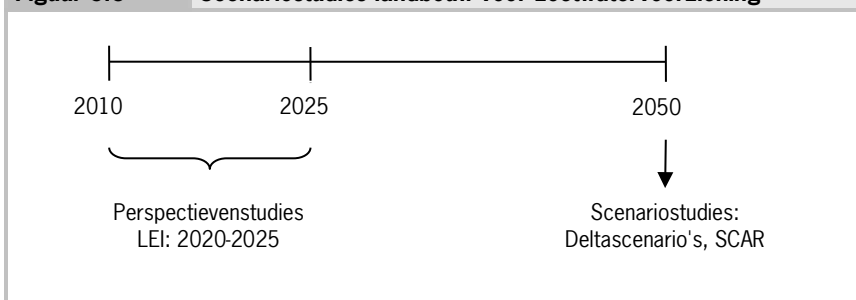
In hoeverre de watervraag van de landbouw gaat veranderen is onduidelijk. Temperatuurstijging en een stijging van de productiviteit leiden tot een hogere potentiële verdamping. Echter, deze wordt beperkt doordat planten efficiënter om kunnen gaan met water als gevolg van de CO₂-toename in de atmosfeer. Het is nog onduidelijk hoe deze verschillende factoren doorwerken op de potentiële en actuele verdamping van verschillende gewassen in Nederland. De gegevens die op dit moment beschikbaar zijn in de nationale modellen zijn gebaseerd op verouderde empirische gegevens. Om inzicht te krijgen in de werkelijke ver-

damping en de werkelijke schades zijn modelberekeningen nodig die schades kunnen berekenen (op basis van waterbeschikbaarheid (kwantiteit en kwaliteit) in de wortelzone) op nationale, regionale schaal en internationaal.

De hoge zandgronden zijn nu al gevoelig voor droogteschade. Als gevolg van klimaatverandering neemt deze gevoeligheid toe. Het risico voor boeren op de hoge zandgronden op droogteschade wordt groot, indien de aanvoer van water afwezig of beperkt is en er beperkingen met betrekking tot beregend areaal ontstaan. In andere gebieden kunnen ook watertekorten ontstaan. In zo'n geval kan water vaak relatief gemakkelijk worden aangevoerd vanuit het watersysteem, tenzij in het watersysteem beperkingen optreden. Beperkingen kunnen optreden door veranderingen in de wateraanvoer door keuzes in het watersysteem, te hoge chloridegehalten in het oppervlaktewater of door beregeningsverboden. Keuzes in het waterbeheer zijn daarmee direct van invloed op de kwetsbaarheid van gebieden en teelten. De Zuidwestelijke Delta, de kustzone en diepe droogmakerijen zijn gevoelig voor verzilting, met name als er gevoelige teelten, zoals de bollenteelt, gevestigd zijn. De kwetsbaarheid neemt toe.

Figuur 5.3 laat zien dat de scenario's in dit onderzoek een langere termijn-horizon hebben dan de perspectievenstudies zoals besproken in hoofdstuk 4. Op de middellange termijn (5 tot 15 jaar) verwachten we dat sociaaleconomische ontwikkelingen een relatief grotere invloed heeft op de landbouwproductie dan klimaatveranderingen (zie ook Turral et al., 2011). Voor de lange termijn kan dit beeld er anders uitzien. Daarom zullen wij de Deltascenario's aanvullen met een aantal recente inzichten uit internationale scenariostudies voor het onderdeel landbouw. Het gaat om onder andere SCAR (Freibauer et al., 2011), Turral et al. (2011), OECD (2010), Smith (2010) en Jäger en Cornel (2011). Het gebruik van deze inzichten maakt een verdere invulling van de context voor de adaptatie in de landbouw mogelijk.

Figuur 5.3 **Scenariostudies landbouw voor zoetwatervoorziening**



Voor de Nederlandse landbouw is de internationale context belangrijk in de vorm van EU-beleid (Gemeenschappelijk Landbouwbeleid (GLB¹), prijsontwikkelingen van inputs en outputs op de wereldmarkt en handelsbeleid. Zo was in 2009 ongeveer 65% van de toegevoegde waarde afhankelijk van export (*Landbouw-Economisch Bericht*, 2011). Hiervan blijft het overgrote deel binnen de EU. De Nederlandse economie is een open economie. Voor een analyse van gevoeligheid van de landbouw voor klimaatverandering op lange termijn gaan we uit van de volgende aanvullende factoren in 2050 (zie ook Smith, 2010, Turrall et al., 2011, OECD, 2010, Freibauer et al., 2011 en Jäger en Cornel, 2011):

- Globale demografische ontwikkeling, ofwel de groei van de wereldbevolking. In de meeste OECD-landen, waaronder Nederland, is de bevolkingsgroei afgenomen, terwijl die in ontwikkelingslanden is doorgegaan;
- De toegenomen vraag naar natuurlijke hulpbronnen;
- De verdergaande globalisering.

Deze factoren kunnen afzonderlijk worden bestudeerd, maar hangen in de praktijk onderling samen. De broeikasgassen zijn afkomstig van het gebruik van natuurlijke hulpbronnen die de globale economie beïnvloeden en gedeeltelijk de bevolkingsgroei. Een extra kracht die nog kan worden genoemd, is technologische ontwikkeling. De relatieve schaarste van productiemiddelen is van invloed op de technieken die agrariërs zullen gebruiken (Koning et al., 2007). Wanneer grond schaars is in vergelijking tot arbeid zou dit het gebruik van arbeidsintensieve technieken kunnen bevorderen. De verhaallijnen, zoals ontwikkeld door de Europese Standing Committee on Agricultural Research (SCAR²), illustreren de rol van deze factor. In hoofdstuk 6 komen we terug op technologie bij het bespreken van adaptaties in de landbouw.

De SCAR (Freibauer et al., 2011) komt op basis van een meta-analyse van studies op Europees niveau tot twee verhaallijnen: (1) 'productiviteit' en (2) 'voldoende'. Beide verhaallijnen gaan uit van een globale bevolkingsgroei tot 9,2 mld. inwoners wereldwijd. De eerste SCAR-verhaallijn (productiviteit) gaat er verder van uit dat een stijgend inkomensniveau in ontwikkelingslanden zal leiden tot een eiwitrijker dieet en een toename in de vraag naar energie. Op hetzelfde moment zullen beperkingen in de beschikbaarheid van grondstoffen en klimaat-

¹ Voor een beschrijving zie <http://www.lei.wur.nl/NL/onderzoek/Onderzoeksthema/Gemeenschappelijk+Landbouw+Beleid+%28GLB%29/>

² De SCAR werd opgericht in 1974 door de Europese Raad. Hij wordt gevormd door een vertegenwoordiger van de lidstaten onder voorzitterschap van de commissie en geeft advies aan de commissie en lidstaten voor de coördinatie van agrarisch onderzoek.

veranderingen de voedselproductie beperken. Er bestaat een serieuze kans dat er niet aan de vraag naar voedsel kan worden voldaan in 2050. Wetenschappelijk onderzoek heeft echter de potentie om de productiviteit te verhogen en tegelijkertijd schaarste tegen te gaan en milieuproblemen op te lossen. Om dit te bereiken zijn investeringen in R&D noodzakelijk en is het van belang om te bevorderen dat agrariërs nieuwe technologieën invoeren.

In de tweede SCAR-verhaallijn (voldoende) zal de bevolking ook stijgen tot 9,2 mln. mensen, wat zal leiden tot dramatische milieuproblemen, omdat de aarde niet de capaciteit heeft om alle mensen te voeden. Verder wordt verondersteld dat voedselproductie leidt tot afval en overconsumptie, die op haar beurt leidt tot gezondheidsproblemen. De vernietiging van belangrijke ecosystemen leidt tot ondermijning van de voedselvoorziening en resulteert in armoede en conflicten. Wetenschappelijke ontwikkeling is potentieel in staat om aan deze problemen wat te doen. Echter, om binnen de capaciteit van de aarde te blijven, moet de toename in de vraag worden opgevangen door gedragsveranderingen en structurele veranderingen in het voedingssysteem en ketens. Verder moeten externe effecten worden geïnternaliseerd in markten door besturingsstructuren die de ongewenste effecten van niet-gereguleerde handel corrigeren.

Voortbouwend op de SCAR-verhaallijnen gaan we ervan uit dat in veel productieve regio's wereldwijd landbouwsystemen onder druk staan door toenemende bevolking (zie ook Turrall et al., 2011). Verder leiden beiden scenario's tot hogere prijzen in de landbouw. Een steeds groter deel van de wereldbevolking leeft in stedelijke gebieden, ook in delta's. Dit zal invloed hebben op de waterkwaliteit en de beschikbaarheid van zoet water in deze gebieden. De vraag naar inkomensafhankelijke producten, zoals groenten, vlees en zuivelproducten, zal naar verwachting verder toenemen (OECD-FAO, 2010). Daarnaast stijgt ook de vraag naar granen en veevoer wereldwijd (OECD-FAO, 2010).

Een uitputting van niet-hernieuwbare hulpbronnen (inclusief fossiele brandstoffen en mineralen) en degradatie van landbouwgrond zijn onderdeel van de druk op natuurlijke hulpbronnen (zie ook OECD-FAO, 2010). Hierbij zal de concurrentiepositie van de Nederlandse landbouwsector verslechteren ten opzichte van andere sectoren in de economie, onder meer omdat de landbouw concurreert om inputs, waaronder water (zie ook Turrall et al., 2011, OECD-FAO, 2010 en Smith, 2010). Verschillende landen investeren in andere gebieden in de wereld om de beschikbaarheid aan natuurlijke hulpbronnen veilig te stellen. Globaal zal klimaatverandering leiden tot een toenemende vraag van de landbouw naar water. Landbouw in regio's met voldoende water, zoals Nederland, hebben dan een comparatief voordeel ten opzichte van landbouw in gebieden waar onvoldoende water beschikbaar is (zie ook Turrall et al., 2011).

De consequentie van het streven naar duurzaamheid voor de Nederlandse land en tuinbouw zou de waterbehoefte als zodanig kunnen beperken. De mate van duurzaamheid van de onttrekking van (grond)water en aanvulling van de voorraad waarbij de kwaliteit op peil blijft. Een transitie in de richting van duurzaamheid betekent ook het afstemmen van de vraag en het aanbod van water. Dit is niet altijd in te vullen op bedrijfsniveau maar speelt ook op gebiedsniveau. Echter, het inzicht in de betekenis van dit mechanisme voor de relatie landbouw en zoet water is op dit moment relatief beperkt en hier is verder onderzoek noodzakelijk.

5.4 Synthese: de impact op de land- en tuinbouw

Zoals in paragraaf 5.2 is onderbouwd is in dit onderzoek gekozen om te starten met de Deltascenario's. In de Deltascenario's worden 2 mogelijke scenario's beschreven van de Nederlandse landbouw. Bij Rust en Warm wordt uitgegaan van extensivering van de landbouw tot 2050 en pas na 2050 een verdere intensivering. Bij Druk en Stoom intensificeert de landbouw tot 2050 en richt zich daarna op *biobased economy*. In deze studie gaan we ervan uit dat zowel bij een scenario gebaseerd op *global economy (GE)* als bij een scenario gebaseerd op *regional communities (RC)* de landbouw zich ontwikkelt door verder te intensiveren en dat de schaalvergroting doorzet tot 2050. Deze worden voor een belangrijk deel beïnvloed door (zie paragraaf 5.3): (1) globale demografische ontwikkeling; (2) de toegenomen vraag naar natuurlijke hulpbronnen; (3) de verdergaande globalisering en (4) technologische ontwikkeling. De Nederlandse landbouw is in beide scenario's een open economie en zal moeten omgaan met relatief hoge grondprijzen en een hoog kennisniveau in een internationale markt. Bij een scenario gebaseerd op GE zal de landbouw zich waarschijnlijk meer richten op hoogwaardige producten dan onder RC. Door de toenemende schaalvergroting en innovatie zal de landbouw in staat zijn om kansen te pakken bij een continu proces van klimaatverandering. We nemen aan dat de Nederlandse landbouw door deze ontwikkelingen in staat zal zijn om haar relatief goede concurrentiepositie te behouden, zowel bij Europese stagnatie als groei. Hierbij blijven de sterke kanten van de Nederlandse landbouw behouden en worden kansen benut zoals benoemd bij de SWOT-analyse in hoofdstuk 3. In de 4 Deltascenario's neemt het areaal landbouwgrond af, onder het GE-scenario echter meer dan onder het RC-scenario. Het kennisniveau en de mate waarin mensen willen investeren in een hoogwaardige landbouw schatten we hoog in onder het global economy (Druk en Stoom) scenario. De huidige Nederlandse landbouw

toont aan dat op een competitieve internationale markt, landbouw alleen kan blijven bestaan door een hoge productiviteit of kwaliteit. Onder het RC-scenario (Rust en Warm) nemen we aan dat de mate waarin mensen willen investeren in een hoogwaardige landbouw veel lager is.

In de scenario's met een snelle klimaatverandering (Warm en Stoom), zullen de risico's op droogteschade in de zomer toenemen. Het is moeilijk om in te schatten hoe de productieschade doorwerkt op het inkomen van de boer. Het is belangrijk dat de Deltascenario's de interactie tussen de sociaaleconomische ontwikkeling en de klimatologische ontwikkeling beter uitwerken. We kunnen wel zeggen dat gebieden in Nederland die relatief veel water tot hun beschikking houden, een concurrentievoordeel hebben ten opzichte van gebieden met weinig water.

Zoals we in hoofdstuk 3 hebben betoogd, hebben we in Nederland een goed functionerend watersysteem, maar door klimaatverandering zullen er keuzes moeten worden gemaakt over de verdeling van het beschikbare zoete water. Deze keuzes hebben deels betrekking op de knelpunten. De regionale knelpunten worden in hoofdstuk 6 bij adaptatie meegenomen. Keuzes in het watersysteem hebben een grote invloed op de ontwikkeling van regionale risico's en daarmee op de concurrentiepositie.

Naast grote overeenkomsten tussen de ontwikkeling van de landbouw in de verschillende scenario's, zijn er ook verschillen. In een GE-scenario (Druk en Stoom) zullen boeren eerder zelf maatregelen nemen. Ze hebben hier de middelen en de kennis voor. Ook zullen ze eerder bereid zijn om voor waterbeheer te betalen. Dit betekent dat de landbouw zich onder het GE-scenario zal lokaliseren in de minst kwetsbare gebieden of teelten zal kiezen die niet gevoelig zijn. Onder een RC-scenario (Rust en Warm) ligt de verantwoordelijkheid eerder bij de overheid (zie bijlage 3). Dit betekent dat er relatief minder verschuivingen in de landbouw zullen plaatsvinden. De sector zal verwachten dat er water beschikbaar blijft voor beregening. Wel zal de landbouw waarschijnlijk kiezen voor minder kwetsbare teelten.

Er kunnen verschillende argumenten ten grondslag liggen aan de verdeling van water. Turrall et al. (2011) geven aan dat er een beweging zal zijn om een relatief groter deel van het water naar productierichtingen met een hogere toegevoegde waarde te laten gaan. Dergelijke teelten, zoals groenten en fruit, zijn gevoeliger voor temperatuurveranderingen ten opzichte van andere landbouwgewassen (Turrall et al., 2011). Een mogelijke impact is opbrengstderiving door groeiachterstanden en suboptimale groei (Slobbe et al., 2010). Daar staat tegenover dat landbouwgebieden met sectoren die een hogere toegevoegde waarde produceren, meer financiële mogelijkheden hebben om adaptatiemaatregelen

te nemen. Een voorbeeld hiervan is het kassengebied in Zuid-Holland, dat al grotendeels losgekoppeld is van het regionale watersysteem, al is loskoppeling niet altijd helemaal mogelijk (delen van de boomteelt en glastuinbouw). De investeringskosten om water op te vangen zullen echter door klimaatverandering ook toenemen. De markt voor hoogwaardige producten is wel beperkter dan voor andere producten en kan makkelijk worden verzadigd. Overigens zullen ook andere landen adaptatiestrategieën ontwikkelen in reactie op klimaatverandering (OECD, 2010).

De OECD (2009) constateert dat verschillende onderzoeken laten zien dat de invloed van klimaatverandering verder gaat dan alleen verandering van gemiddelde opbrengsten en productiviteit in de landbouw. Hieronder gaan we systematisch na op welke manieren de gecombineerde scenario's van invloed zijn op de kansen en risico's in de agrarische sector:

- Het risico op productieschade neemt als gevolg van klimaatverandering toe. Klimaatverandering vergroot de kans op weersextremen en de kans op ziekten en plagen. Hierdoor zullen gewassen bijvoorbeeld vaker en langer te kampen hebben met droge perioden in de zomer en dat kan de groei ervan negatief beïnvloeden. Daarnaast heeft klimaatverandering ook positieve effecten op de productie (kansen). De verlenging van het groeiseizoen, hogere temperaturen en een hogere CO₂-concentratie vergroten de potentiële productie. Ook kunnen hogere temperaturen en veranderende neerslagpatronen leiden tot een verschuiving van gewassen. Dit zou (op regionaal niveau) verstrekkende gevolgen kunnen hebben. Verder zullen dier- en plantenziekten door klimaatverandering wijder verspreid zijn dan nu volgens de OECD (2008). Hierbij is het de vraag of de bandbreedte waarbinnen natuurverschijnselen zich bewegen en daarmee productierisico's ook veranderen (zie Smith, 2010).
- De prijzen voor agrarische producten komen tot stand op binnenlandse en buitenlandse markten op basis van vraag en aanbod. Het aanbod komt onder druk te staan, als de productieomstandigheden in de land- en tuinbouw verslechteren door klimaatverandering. Bij een gelijkblijvende vraag betekent dit dat de prijs voor agrarische producten zal toenemen. In veel gevallen gaat een stijgende prijs voor agrarische producten (oogst van gewassen) hand in hand met stijgende prijzen voor inputs (bijvoorbeeld zaden). Het resultaat op het uiteindelijke bedrijfsresultaat is dus ongewis. Merk trouwens op dat door klimaatverandering de productieomstandigheden voor bepaalde gewassen in andere landen mogelijk (nog) ongunstiger worden dan hier. Dat zou de concurrentiepositie van Nederlandse agrariërs voor die gewassen verstevigen. Zij profiteren dan als de prijs op de Europese en wereldmarkt zich gunstig

ontwikkelt. Aan de andere kant kan de productie zich nog verder naar het noorden verplaatsen zoals bijvoorbeeld naar Scandinavië.

- Wet- en regelgeving die erop gericht is om de mate van klimaatverandering te reduceren of de gevolgen ervan te mitigeren, brengt mogelijk kostenverhogingen voor de land- en tuinbouw met zich mee. Onzekerheid over toekomstige wet- en regelgeving in het kader van klimaatverandering vergroot het risico voor ondernemers. Hier speelt de vraag of wordt gekozen voor een strategie tot meebewegen of meer voor weerstand bieden.
- Klimaatverandering kan een rol gaan spelen bij de wijze waarop we als maatschappij omgaan met aansprakelijkheidsrisico's bij het opstellen van contracten.
- Een minder stabiel klimaat kan leiden tot nieuwe financiële risico's. Door toegenomen product- en of prijsrisico's kan het voor landbouwers moeilijker worden om te investeren en vreemd vermogen aan te trekken. Daarbij leiden instabiele prijzen tot hogere risico's en hebben ze daarmee een negatief effect op investeringen en de productiviteitsontwikkeling in de agrarische sector op lange termijn (zie ook Peerlings en Dries, 2010).

Adaptatiemaatregelen kunnen de klimaatrisico's voor de land- en tuinbouw beperken. In hoofdstuk 6 gaan we nader in op mogelijke adaptatiemaatregelen. Het tijdspad waarin risico's en trends in de landbouw veranderen is hierbij belangrijk. Zoals uit de bovenstaande opsomming volgt zijn er meerdere klimaatrisico's en kansen die echter ook op elkaar inwerken, waarbij niet alleen de afweging tussen de risico's van belang is, maar ook het omslagpunt in de tijd waarop veranderingen in de sector kosteneffectief zijn. In het kader van de transitie naar duurzaamheid kunnen maatregelen worden genomen waardoor bedrijven duurzamer worden, zoals het zelfvoorzienend zijn qua watervoorziening of het sluiten van kringlopen. We nemen aan dat deze transitie in de land- en tuinbouw zich doorzet. In de praktijk zal het moeilijk zijn om dit onderdeel van een scenario te onderscheiden van adaptatie, met het oog op de zoetwatervoorziening.

6 Klimaatadaptatie landbouw

6.1 Inleiding

In de voorgaande hoofdstukken is beargumenteerd dat veranderingen in de beschikbaarheid van zoet water (serviceniveau vanuit het watersysteem) van invloed zijn op de landbouw in Nederland. In dit hoofdstuk gaan we in op de mogelijkheden voor klimaatadaptatie en innovatie gericht op het voldoen aan de zoetwaterbehoefte voor de agrarische sector. We richten ons op maatregelen die genomen kunnen worden op landbouwbedrijven. Adaptatiemaatregelen kunnen op perceels-, bedrijfs-, regionaal of nationaal niveau opgepakt worden door ondernemers, waterschappen, overheden of het bedrijfsleven. Afstemming tussen de maatregelen op de verschillende schaalniveaus is nodig voor een maximaal effect. Ook kan het (regionale) watersysteem kansen bieden voor en beperkingen opleggen aan de sector in mogelijke adaptatiestrategieën, zoals bijvoorbeeld bij mogelijkheden voor waterberging. Uiteindelijk zullen boeren met hun eigen bedrijfsvoering reageren op veranderingen in het (regionale) watersysteem. Bij een grote regionale diversiteit in bedrijfstypen zal de invloed van klimaatverandering in dat gebied beperkter zijn, al blijven gevoelige bedrijfstypes kwetsbaar (zie Reidsma et al., 2010). Klimaatverandering komt niet als een geïsoleerd verschijnsel op de landbouw af, maar is onderdeel van een complex aan factoren, zoals sociaaleconomische veranderingen en demografische ontwikkelingen. In het vorige hoofdstuk lag de nadruk op autonome aanpassingen in de sector, ofwel vormen van adaptatie die niet speciaal zijn bedoeld in reactie op klimaatverandering. In dit hoofdstuk richten we ons op geplande adaptatie die specifiek gericht is op klimaatverandering.

6.2 Adaptatiestrategieën in reactie op kansen en bedreigingen

Boeren passen zich continu aan in reactie op veranderingen in de omgeving van het bedrijf. Gebeurtenissen zoals droogte kunnen aanleiding zijn voor het nemen van adaptatiemaatregelen. Zilberman et al. (2002) beargumenteren dat droogte een belangrijke aanleiding was voor de invoering van beregeningsinstallaties in Californië in de jaren tachtig. Dat geldt ook voor de aanschaf van beregeningsinstallaties in Nederland na de droogte in 1976 (zie ook Bieleman, 2000). Traditionele strategieën om met de extremen in het huidige klimaat om te gaan,

schieten echter in de toekomst mogelijk tekort. Door klimaatverandering neemt de temperatuur toe en dat leidt tot een grotere verdampingsvraag en tot kortere groeiseizoenen, zoals genoemd in de vorige hoofdstukken. Kortere groeiseizoenen leiden mogelijk tot een lagere potentiële opbrengst per hectare als niet aan de verhoogde watervraag kan worden voldaan. Als de zoetwatervoorziening voor de landbouw relatief minder gunstig wordt, zal bij verder gelijkblijvende omstandigheden de opbrengst per hectare dalen en daarmee de totale opbrengsten in de landbouw. De huidige landbouw kan echter met verschillende mogelijke strategieën reageren op de bedreigingen die ontstaan als gevolg van klimaatverandering en een gewijzigde zoetwatervoorziening:

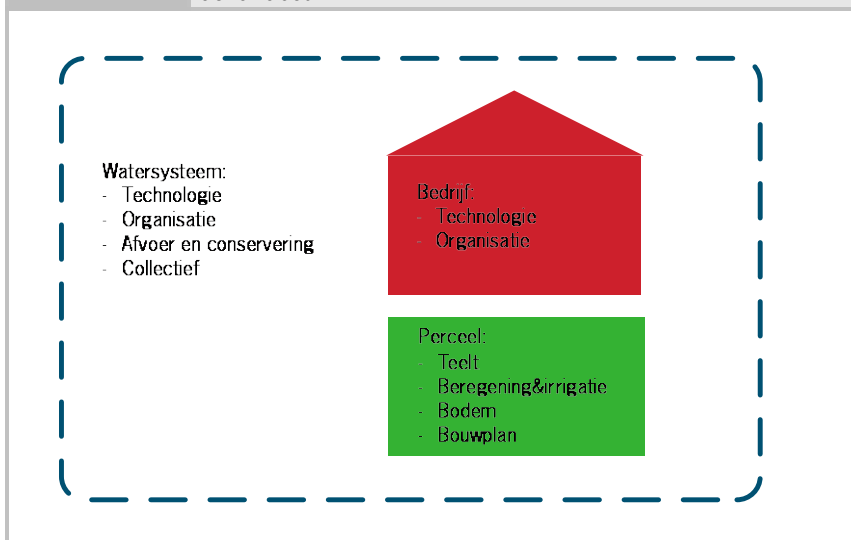
- *groter en/of intensiever*
specialisatie, arbeidsproductiviteit via schaalvergroting op basis van techniek;
- *efficiënter watergebruik*
het verhogen van waterefficiëntie door nieuwe productiemethoden;
- *accepteren en anders*
accepteer verlies aan waterproductiviteit (Turrall et al., 2011) door het realiseren van toegevoegde waarde met diensten als zorg, speciale (regionale) producten, recreatie, natuur, enzovoort.

Daarnaast betekent klimaatverandering ook kansen voor het telen van nieuwe gewassen bijvoorbeeld. De bovenstaande strategieën zijn bedoeld om globaal inzicht te geven in mogelijke richtingen in reactie op wijzigingen in de zoetwatervoorziening. Schaalvergroting biedt mogelijkheden voor de keuze van duurdere technologieën op bedrijfsniveau (denk bijvoorbeeld aan investering in druppelirrigatietechnieken) en meer flexibiliteit in arbeidsbehoefte (Turrall et al., 2011). Van der Meulen et al. (2010) constateren verder dat schaalvergroting een autonoom verlopend proces waarbij de invloed van beleid (stimulerend of beperkend) vrij beperkt is. In de praktijk gaan schaalvergroting en specialisatie en intensivering vaak samen. Op de lange termijn betekent dat intensivering en evolutie van opvolgende productiesystemen (Koning et al., 2007). Koning et al. (2007) geven aan dat hoewel sommige inputs substituten zijn, er synergie bestaat tussen agronomische omstandigheden zoals grondbewerking, water en nutriënten. Uiteindelijk zijn de schaalgrootte en toegang tot kapitaal belangrijk voor de richting en omvang van een mogelijke klimaatadaptatie. Grotere bedrijven hebben vaak meer mogelijkheden om hun bedrijf aan te passen in vergelijking tot relatief kleine bedrijven. Grotere bedrijven kunnen zich ook makkelijker specialiseren in producten met een hogere toegevoegde waarde. De financiering van adaptatie is

een belangrijke factor voor de toepassing van nieuwe technologieën en veranderingen in de bedrijfsvoering.

In Nederland is, evenals in andere Europese landen en Noord-Amerika, de productiviteit in (sectoren van) de landbouw al relatief hoog (hoge opbrengsten en efficiënt watergebruik). Het handhaven van dit hoge productieniveau zou bij klimaatverandering ten koste kunnen gaan van de efficiëntie van het watergebruik en zou ook samen kunnen gaan met een groter gebruik van andere inputs (Turrall et al., 2011). Overigens staat de grondwatervoorraad in meerdere delen van de wereld onder druk en kan daarmee de productiviteit van de productiesystemen met irrigatie beperken (zie ook Koning et al., 2007). De waterproductiviteit op bedrijfsniveau wordt gedefinieerd als de economische opbrengsten die kunnen worden verkregen met een bepaalde hoeveelheid water (zie bijvoorbeeld Raes et al., 2009 en Zwart, 2010). Naar verwachting zullen innovaties in de landbouw sneller gaan dan innovaties op het niveau van het (regionale) watersysteem (Turrall et al., 2011). Dit kwam ook naar voren in een workshop met agrariërs, waarbij gesteld werd dat de landbouw zich sneller aanpast dan het klimaat (Workshop-LTO, 2011). Vernieuwende concepten, zoals de Waterhouderij in zilte gebieden Meeteren en Korevaar, 2010) en peilgestuurde drainage in de zandgebieden kunnen bijvoorbeeld niet los worden gezien van de relatie met het watersysteem. De beleidsmatige keuzes die worden gemaakt voor het (regionale) watersysteem, zijn medebepalend voor de strategieën in de landbouw. Als men besluit om de zoetwatervoorziening voor een sector te garanderen, dan is er in de landbouw minder noodzaak tot aanpassing van de bedrijfsvoering. Hiermee is de impact van klimaatverandering afhankelijk van de karakteristieken van een bedrijf (intensiteit, omvang, grondgebruik, enzovoort) (zie ook Reidsma et al., 2009 en Reidsma et al., 2010). Reidsma et al. (2007) laten zien dat over het algemeen de opbrengsten en het bedrijfsinkomen stijgen bij een toename van bedrijfsgrootte en bedrijfsintensiteit. Klimaatverandering heeft echter geen directe gevolgen voor het inkomen.

De strategie 'accepteren en anders' is een strategie waarbij in de toekomst landbouwbedrijven multifunctioneel worden. Multifunctionele landbouw biedt een kans voor een deel van de Nederlandse landbouw en bestaat uit activiteiten, zoals natuurbeheer, zorg en huisverkoop (zie Jongeneel et al., 2008).

Figuur 6.1**Schematisch overzicht van adaptatiemaatregelen in de landbouw**

De maatregelen in dit hoofdstuk hebben we ingedeeld naar bedrijf, perceel en watersysteem (zie figuur 6.1). De indeling heeft betrekking op het schaalniveau waarop maatregelen plaatsvinden. Bij perceel gaat het om maatregelen gericht op het gebruik van een perceel zelf. Bedrijfsniveau heeft betrekking op maatregelen op de locatie van de bedrijfsgebouwen en organisatorische maatregelen, die losstaan van het watersysteem, zoals verzekeren. Het watersysteem heeft betrekking op het 'lokale' watersysteem, waar de percelen van het bedrijf aan liggen. Dit lokale watersysteem staat in verbinding met het regionale en nationale watersysteem. In tabel 6.1 geven we een overzicht van adaptieve maatregelen in de Nederlandse landbouw naar uitvoerder. Dit zijn mogelijkheden voor de sector om met veranderingen in de zoetwatervoorziening om te gaan. Deze capaciteit wordt ingezet om: (1) de mogelijke schade te beperken en (2) gebruik te maken van kansen.

Tabel 6.1 Adaptatiemaatregelen in de landbouw naar uitvoerder		
Indeling maatregel	Type maatregel	
	Bedrijfsmaatregel	Regionale maatregel
<i>Bedrijf</i>		
Bedrijf-organisatie	2	
Bedrijf-technologie	5	
<i>Perceel</i>		
Beregening en irrigatie	7	
Bodem	4	
Bouwplan	10	
Teelt	13	
<i>Watersysteem</i>		
Collectief gebied	1	3
Waterafvoer en conservering	8	
Watersysteem-organisatie	3	2
Watersysteem-technologie	11	12
Totaal	64	17
Bron: Meeteren en Korevaar (2010), Blom en Braber (2009), Blom en Goosen (2009), Bot et al. (2010), Clevering et al. (2008), LTO (2011), Deltares (2011), Faber (2009), Wit et al. (2009), LTO-Noord (2011), Visscher et al. (2008), Geijzendorffer et al. (2011), Slobbe et al. (2010) en Bezemer (2010).		

De lijst met maatregelen die aan tabel 6.1 ten grondslag ligt, is niet uitputtend, maar biedt wel inzicht in de categorieën en uitvoerders. Iets meer dan de helft van de bedrijfsmaatregelen zijn op perceelsniveau. De belangrijkste regionale maatregelen zijn op het terrein van watersysteem-technologie. Het belang van de afzonderlijke maatregelen of de interactie en synergie tussen maatregelen is niet in de tabel weergegeven. Uitvoerders zoals 'onderzoek', banken en overheden, zijn niet als uitvoerder afzonderlijk meegenomen omdat veel adaptatiemaatregelen nog in ontwikkeling zijn en of omdat ze nog zonder financiering of draagvlak zijn en daarmee zijn deze categorieën niet onderscheidend. Voor maatregelen op het niveau van het watersysteem en collectieve maatregelen is de waterbeheerder een belangrijke speler om ze te kunnen realiseren. De meeste andere maatregelen kunnen op bedrijfsniveau worden uitgevoerd. Hieronder volgt een beeld van het type maatregelen die onder de indeling van de maatregelen vallen:

Bedrijf

- Bedrijf-organisatie: bijvoorbeeld verzekeren van schade als gevolg van droogte en waterkeurmerken voor bewustmaking consument.
- Bedrijf-technologie: bijvoorbeeld semi-gesloten kassen, innovatieve ontziltling en niet grond gebonden landbouw.

Perceel

- Beregening en irrigatie: bijvoorbeeld druppelbevloeiing, beregenen op maat en irrigeren grasland op zandgronden.
- Bodem: bijvoorbeeld preventie structuurbederf, verhogen organisch stofgehalte en duurzaam bodembeheer.
- Bouwplan: bijvoorbeeld beproeven nieuwe teelten, introductie robuuste gewassen, plaagonderdrukking (meer biodiversiteit) en teelt volgt peil.
- Teelt: bijvoorbeeld veredeling, inzaaien droogtolerante rassen, en rasontwikkeling.

Watersysteem

- Collectief gebied: bijvoorbeeld collectieve opslag glastuinbouw met meerdere telers of gemeenschappelijke bassins tussen agrariërs en anderen.
- Waterafvoer en conservering: bijvoorbeeld collectieve opslag glastuinbouw, peil gestuurde drainage en strategische waterberging in de diepte.
- Watersysteem technologie: bijvoorbeeld schonen van watersysteem en robuust maken van watersysteem.
- Watersysteem-organisatie: bijvoorbeeld maatwerk op gebiedsniveau en planontwikkeling.

De verschillende typen maatregelen zullen hieronder globaal worden besproken worden besproken.

Veel van de adaptatiemogelijkheden zijn generiek, maar zullen in verschillende combinaties in een regio worden toegepast. Hierbij is de interactie met maatregelen op bedrijfsniveau, perceel en het niveau van het watersysteem belangrijk. Als meerdere bedrijven samenwerken aan bijvoorbeeld gemeenschappelijke waterbassins dan betekent dit ook voordelen op bedrijfsniveau. Beslissingen op het niveau van het watersysteem en beslissingen op bedrijfsniveau kunnen goed samengaan. Een betrouwbare zoetwatervoorziening verlaagt het risico van de landbouwproductie. Zoals eerder geconstateerd zullen echter de aanpassingen op bedrijfsniveau waarschijnlijk sneller gaan dan die op het niveau van het watersysteem en zal blijvende afstemming met de landbouw noodzakelijk zijn. Bij het watersysteem speelt ook de locatie van de adaptatie

een belangrijke rol gezien de gevolgen elders in het systeem. Zo heeft de conservering van water bovenstrooms consequenties voor de beschikbaarheid van water benedenstrooms. Ook als water bovenstrooms wordt bespaard, is het van belang dat het elders in het systeem niet alsnog verloren gaat door niet-efficiënte aanwending (Turrall et al., 2011).

De productiviteit van gewassen kan worden verbeterd door maatregelen om het vochtgehalte in de wortelzone te verbeteren evenals door aanpassing van andere inputs, zoals kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen. Dit maakt het mogelijk dat gewassen zich ontwikkelen tussen perioden van droogte. Het vochtgehalte van de bodem kan worden uitgebreid door maatregelen die de structuur van de bodem en het organisch stofgehalte verbeteren. Dieper wortelende gewassen kunnen worden gebruikt om het beschikbare vocht beter te benutten.

Het verhogen van de efficiëntie van beregening is een belangrijke maatregel. Efficiënte beregening betekent dat het gedeelte van de beregening dat wordt gebruikt voor de groei van de plant (verdampt) wordt vergroot. De mogelijkheden zijn afhankelijk van bodemtype en worteldiepte (Turrall et al., 2011). Bij beregening is een verdere optimalisatie van de toepassing mogelijk door gebruik te maken van nieuwe technologieën en beter management. Voor een beperkt aantal gewassen met een hoge toegevoegde waarde kan druppelirrigatie aantrekkelijk zijn vanwege de noodzakelijke investeringen en operationele kosten. Als deze kosten kunnen worden verlaagd, komen ook andere gewassen in beeld.

Het bouwplan kan worden aangepast om op de veranderende zoetwatervoorziening te reageren door vroeger of later in het seizoen gewassen te telen, het watergebruik te verlagen, en om noodzakelijke beregening te beperken of te optimaliseren. Overigens is verandering van bouwplan een optie die op dit moment al mogelijk is. Daarbij hebben andere factoren zoals de vraag naar producten en prijzen, vaak een grotere invloed op de gewaskeuze dan klimaatverandering. Beregening en irrigatie spelen een strategische rol bij de productie van veel gewassen en ook in het mogelijk maken van gewassen met een hoge toegevoegde waarde. Overigens stijgt de totale zoetwatervraag door het accepteren van een lagere opbrengst van een gewas door een korter seizoen in combinatie met een tweede gewas. Er wordt wel verwacht dat gewassen met een hogere toegevoegde waarde zullen worden geteeld als water schaarser wordt. Dit zullen echter vaak nichemarkten zijn, zoals eerder aangegeven. Ook zijn dit vaak producten waarvoor relatief veel inputs nodig zijn, met hogere productiekosten en daarmee een groter risico. Er kan hierbij ook een tendens ontstaan om relatief meer water beschikbaar te stellen voor gewassen met een hogere

toegevoegde waarde. Dit kan zich ook vertalen in een dienst tussen verschillende sectoren binnen de landbouw.

Regionale waterconservering kan een belangrijke adaptatiemaatregel zijn, waarbij de betrouwbaarheid om voldoende water in droge periodes te kunnen leveren minder kan worden door klimaatverandering. Maatregelen rond wateropslag en -conservering vereisen hoge de investeringen en de hebben een impact op het watersysteem waarvoor meer inzicht noodzakelijk is.

Bij de veredeling wordt gezocht naar meer droogteresistente variëteiten van bestaande belangrijke gewassen. Echter, het verbeteren van de droogte-tolerantie van gewassen is tot op heden nog niet erg succesvol en zal naar verwachting nog enkele decennia duren (Turrall et al., 2011). Hierbij is het aantal gewassen dat wordt onderzocht beperkt en richt zich vaak op gewassen met een hoge commerciële waarde. Ook bij de verbetering van de zouttolerantie van gewassen speelt dat veredeling en genetische modificatie lastig is vanwege de complexe fysiologie van zouttolerantie (Dam et al., 2007). In de tabellen 6.2 tot en met 6.4 wordt een kwalitatieve beoordeling gegeven van adaptatie op bedrijfs-, perceels- en watersysteemniveau. Hierbij wordt ingegaan op een tijdspad voor dit perspectief. In paragraaf 6.3 komen regionale aspecten aan de orde.

Tabel 6.2 Maatregelen zoetwatervoorziening land- en tuinbouw op bedrijfsniveau			
Indeling maatregelen	Beoordeling bijdrage zoetwatervoorziening land- en tuinbouw	Tijdspad	
		2025	2050
Bedrijf-organisatie	Deze categorie bevat maatregelen die erop gericht zijn om consumenten bewust te maken van het watergebruik van producten, bijvoorbeeld met labels. Dit leidt op lange termijn mogelijk tot gedragsveranderingen (zie ook Ingenbleek et al., 2009). De hoogte van de verzekeringspremie is doorslaggevend voor succes en hangt af van de risico's. Dit maakt het perspectief onzeker.	+	+
Bedrijf-technologie	Dit zijn vooral maatregelen voor niet-grondgebonden landbouw. Deze technologische veranderingen zijn kansrijk, gegeven de toegevoegde op lange termijn.	+	+
'0' betekent beperkt effect, '+/-' betekent neutraal, '+' betekent perspectiefvol.			

Voor de meeste maatregelen op bedrijfsniveau zijn, naast de technische haalbaarheid, ook de economische haalbaarheid en de beschikbare informatie

belangrijk (zie tabel 6.2). De hoogte van de premie is bij verzekeren doorslaggevend voor het succes van een verzekering (zie Van der Meer et al., 2007). Een belangrijke randvoorwaarde voor het succes van de verzekering is het voorkomen van *adverse selection* (bijvoorbeeld dat agrariërs alleen die gewassen verzekeren met hoge risico's) of *moral hazard* (dat telers roekeloos worden, omdat ze toch verzekerd zijn). De maatregelen die vallen onder technologische vernieuwing op bedrijfsniveau hebben een link met de niet-grondgebonden landbouw. Deze zijn kansrijk, gezien de toegevoegde waarde van deze sectoren.

Tabel 6.3		Maatregelen zoetwatervoorziening land- en tuinbouw op perceelsniveau	
Beregening en irrigatie	Randvoorwaarde voor irrigatie is dat er water aangevoerd kan worden. Maatregelen waarbij gebruik wordt gemaakt van bassins zijn relatief duur. Over druppelirrigatie is op dit moment nog onvoldoende kennis aanwezig; dat is dus vrij bewerkelijk. Voor andere vormen van beregening is er vaak al wel voldoende kennis aanwezig. Van projecten rond beregening op maat wordt verwacht dat ze met 2-3 jaar marktrijp zijn.	+	+
Bodem	Maatregelen met het oog op de opbouw van organische stof in de bodem laten pas op lange termijn effecten zien. De maatregelen moet ook lange tijd achter elkaar worden uitgevoerd (minimaal 5 jaar). Voor een deel van de maatregelen, zoals rijpadensystemen, is er nog onvoldoende inzicht in de kosten.	0	+
Bouwplan	Dit is een langetermijnoplossing met veelal hoge kosten of naar verwachting beperkte baten.	0	+/-
Teelt	Dit is een langetermijnmaatregel ('zeker twintig jaar', al kan die termijn door genetische manipulatie wellicht verkort worden). Voor sommige gewassen (tarwe) wordt binnen 10 jaar een marktbaar gewas verwacht. De kosten per gewas en klimaatrisico zijn relatief groot.	0	+/-
'0' betekent beperkt effect, '+/-' betekent neutraal, '+' betekent perspectiefvol.			

Bij beregening en irrigatie gaat het gedeeltelijk om bestaande technologieën die direct toepasbaar zijn (zie tabel 6.3). Andere technologieën zijn waarschijnlijk beschikbaar voor 2025, zoals beregenen op maat. Die technologie maakt onder andere gebruik van remote sensing in de vorm van satellietbeelden en Buienradar. Ook voor druppelirrigatie is er perspectief. De op bodem gerichte maatregelen laten pas effect zien op lange termijn, als ze lange tijd achtereen

worden toegepast. Voor maatregelen onder de categorie bouwplan zijn de baten mogelijk beperkt. Maatregelen gericht op de introductie van nieuwe teelten op basis van veredeling zijn kostbaar en bieden op korte termijn een beperkt perspectief.

Tabel 6.4		Maatregelen zoetwatervoorziening land- en tuinbouw op niveau watersysteem	
Collectief gebied	Dit is een maatregel voor de lange termijn. De kern is maatwerk op regionaal niveau. Hierbij is samenwerking tussen agrariërs onderling en met waterbeheerders doorslaggevend. Vaak is de regionale kennis op gebiedsniveau nog onvoldoende.	0	+
Waterafvoer en conservering	Voor buffering zijn vaak neerslagbassins noodzakelijk (investering), die daarnaast ruimte in beslag nemen en leiden tot productieverlies.	+/-	+/-
Watersysteem-technologie	De kennis van maatregelen is vaak nog beperkt. Het is een oplossing voor de korte/middellange termijn.	+/-	+
Watersysteem-organisatie	Beprijzen en andere organisatorische maatregelen kunnen worden gebruikt om watervoorziening te financieren, om de druk op het watersysteem te verminderen en om efficiënt gebruik van water te stimuleren. Het is echter lastig om beprijzen consequent door te voeren (Galen et al., 2009). De prijzen kunnen daarbij ook regionaal en lokaal per gebruiker verschillen.	+	+
'0' betekent beperkt effect, '+/-' betekent neutral, '+' betekent perspectiefvol			

Nadat bassins zijn aangelegd (gebruik van ruimte) is het van belang dat ze ook gevuld worden en dit kan beperkend zijn (zie tabel 6.4). Overigens zijn ondernemers met bassins minder afhankelijk van alternatieve, zoals (zilt)grondwater of leidingwater (Slobbe et al., 2010). Maatwerk op gebiedsniveau is afhankelijk van het type maatregelen dat in een gebied toepasbaar is. Deze mogelijke maatregelen zullen ook het perspectief bepalen.

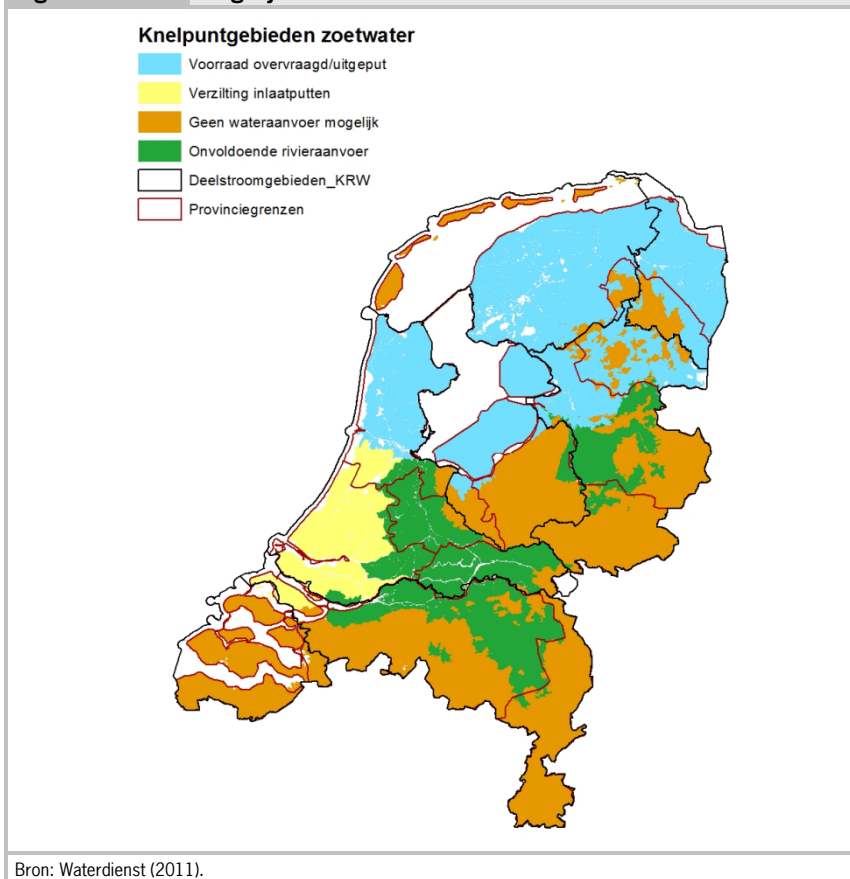
Uiteindelijk is de keuze voor (een combinatie van meerdere) maatregelen afhankelijk van de verwachte opbrengsten die worden gegenereerd met de inzet van kapitaal. Dat verschilt per regio en per scenario. Hierbij spelen onzekerheden omtrent lange termijn (regionale) veranderingen van het klimaat een belangrijke rol. Deze onzekerheden kunnen worden gekoppeld aan indicatoren voor waterstress en adaptieve capaciteit om de risico's voor verschillende regio's te

bepalen bij een verschillende tijdshorizon. Op bedrijfsniveau zal het gaan om het verhogen van de productie en waterproductiviteit in reactie op hogere temperaturen en een onzekere voorziening in zoet water (Turrall et al., 2011).

6.3 (Regionale) adaptatiemogelijkheden

Het watersysteem zal mogelijk onvoldoende aanvoer van water hebben om verschillende landbouwregio's te bedienen. De belangrijkste oorzaken van het ontstaan van tekorten bij Warm en Stoom voor het landbouwsysteem zijn: (1) de watervoorraad wordt overvraagd of raakt uitgeput (IJsselmeer), (2) de inlaatpunten raken te verzilt (benedenrivierengebied: Gouda en Bernisse); (3) er is in het geheel geen wateraanvoer mogelijk (vrij afwaterende hoge zandgronden en delen van Zuidwestelijk estuariumgebied); (4) er is onvoldoende water beschikbaar in rivieren en kanalen. In elke regio zijn verschillende landbouwsectoren van belang. De gevoeligheid van deze sectoren voor een veranderende zoetwatervoorziening zijn sterk van de regio afhankelijk. Figuur 6.1 toont vier verschillende regio's in Nederland, waarbij de indeling is gebaseerd op de hoofdoorzaak van het watertekort (zie Waterdienst (2011) voor een verdere beschrijving).

Figuur 6.1 Mogelijke watertekorten voor scenario's Warm en Stoom



Zo is de veehouderij in het noorden (regio 1) in concurrentie om het beschikbare water uit het IJsselmeer, terwijl in het zuiden (regio 3) de wateraanvoer beperkt is. Deze regio's worden hieronder nader uitgewerkt:

1. *Geen wateraanvoer mogelijk (zandgronden)*

Bij grasland was de trend in het verleden dat er minder beregend wordt. Echter, bij extreme droogte kan er onomkeerbare schade aan de graswortel optreden, waardoor er opnieuw ingezaaid moet worden. Voldoende vocht voor gras in de periode mei/juni is cruciaal voor een goede grasopbrengst in de rest van het groeiseizoen. Mogelijke opties voor adaptatie zijn: 1) de al genoemde veredeling van grasgewassen, zodat ze nog beter tegen waterte-

korten kunnen of 2) water conserveren in ruil voor grondwateronttrekking. Op dit moment vindt er al 'high-tech beregening' plaats voor grasland en mais. Ook is gras niet meer het enige bestandsdeel van veevoer, omdat het vaak wordt gemengd met andere gewassen zoals mais. In Noord-Brabant zijn er op dit moment drie pilots (één in het westen, het midden en het oosten van Noord-Brabant) waar geëxperimenteerd wordt met het flexibiliseren van beregening van grasland.

Veel partijen zijn van mening dat de strategische grondwatervoorraden minder aangesproken moeten worden. Het zou in deze interessant zijn om deals te sluiten tussen de sector en waterbeheerders waarbij de sector water conserveert en in de winter water infiltreert in ruil voor grondwateronttrekkingen in het groeiseizoen. Volgens het waterschap Aa en Maas zijn dergelijke deals dé oplossing voor watertekorten.

De vraag is ook of er sturing moet komen vanuit het RO-beleid op bepaalde teelten op bepaalde plaatsen. Denk hierbij bijvoorbeeld aan de vraag of je de boomteelt in Boskoop moet houden dan wel dat je uitbreiding daarvan elders moet realiseren. In de praktijk zie je dat teelttechnieken zich aanpassen aan de omstandigheden. Op de ene locatie worden aardbeien uit de grond geteeld (glastuinbouw), terwijl ze op de andere locatie in de grond worden geteeld (tuinbouw open grond). Teelt uit de grond roept de vraag op hoe de maatschappij aankijkt tegen meer 'glastuinbouw'.

Agrarische ondernemers met meerdere percelen, waarbij de grondwaterstand per perceel verschillend is, hebben de flexibiliteit om keuzes te maken welk gewas ze op een perceel telen. Waterschappen willen het liefst grotere peilvakken, zodat de kosten van beheer en onderhoud van stuwen worden gereduceerd. Ondernemers verwachten dat peilgestuurde drainage in veel gebieden goed werken.

Het huidige watersysteem in Nederland is met name gericht op waterafvoer en niet op water vasthouden. Met technische oplossingen zoals uitdieping en/of verlegging van sloten kan het watersysteem beter worden gebruikt om water vast te houden.

2. *Verziltting*

In de verziltingsgebieden in ons land wordt het grondwater steeds zouter. In Rilland worden nu zouttolerante gewassen geteeld waarbij gewassen zodanig worden veredeld dat ze wel water opnemen, maar niet het zout. In Noord-Nederland worden zoute pootaardappelen geteeld die worden geëxporteerd naar andere verziltende delta's in de Wereld. Echter, het probleem

is dat deze zoute pootaardappelen ook een consumptieaardappel moeten opleveren.

Voor de pootgoedteelt in Noord-Nederland geldt dat de aanvoer vanuit het IJsselmeer voor het doorspoelen van het gebied belangrijk is. Andere teelten, zoals vollegrondsgroente, worden wel overwogen als alternatief, maar dat gebeurt met name als de productie in andere delen van Nederland achterblijft. In West-Nederland geldt dat de aanvoer van water nodig is om de verziltende Haarlemmermeer te blijven doorspoelen zodat de bollen- en bometeelt behouden blijft.

Voor de afsluiting van de Grevelingen is er bij Goeree-Overflakkee een inlaat van water bij de Haringvliet en een uitlaat bij Grevelingen gerealiseerd. Grevelingen is afgesloten zodat het een zoetwaterbekken blijft. Er mag dan ook geen water vanaf Goeree-Overflakkee worden uitgelaten in het Grevelingenmeer; in plaats daarvan laat men het water uit in de Haringvliet. Dit systeem lijkt niet efficiënt voor het vasthouden van zoet water. Het doel van dit type maatregelen is eigenlijk om zoet water vast te houden en zout water kwijt te raken.

De vraag is waar het landbouwsysteem ophoudt en waar het watersysteem begint. In West-Nederland is dat onderscheid niet te maken, omdat alle water gerelateerde functies grotendeels afhankelijk zijn van de aanvoer van water. In andere gebieden in Nederland ligt dit anders, maar een duidelijke scheidslijn is er niet, hoewel dit vaak wel wordt voorgesteld door het Delta-programma.

3. *Gebieden waar het wateraanbod overvraagd wordt*

Er bestaat verschil tussen de kleigebieden in de verschillende delen van ons land. In de droogmakerijen gaat het met name om het langer benutten van de zoetwaterlens. Er is in die gebieden een goede capillaire werking door de kwel. De mogelijkheden om de capillaire werking te versterken wordt onderzocht.

4. *Onvoldoende rivieraanvoer*

Als de rivieraanvoer onvoldoende wordt, betekent dit dat er lokaal of in grotere gebieden knelpunten kunnen ontstaan. In het rivierengebied is de fruitteelt, (laan)boomteelt, (vollegronds)tuinbouw en akkerbouw van belang. Onder de huidige omstandigheden gebeurt dat nu al in droge jaren. In een niet overstromingsjaar kan er sprake zijn van opbrengstderving door een te natte grond in de lage delen als door droogte in de hoger gelegen gronden. Dit laatste komt de veelal aanwezige zandkoppen in de uiterwaarden. Het in-

nemen van water voor beregening, doorspoeling en peilbeheer kan in de knel komen in deze gebieden (Waterdienst, 2011).

6.4 Synthese

Op basis van de geschetste langetermijnontwikkeling in hoofdstuk 5, kunnen we stellen dat de Nederlandse landbouw kwetsbaarder wordt voor droogte en verzilting. De kwetsbaarheid van de landbouw voor veranderingen in de zoetwatervoorziening is afhankelijk van: (1) de mate waarin de zoetwatervoorziening trendmatig regionaal verandert en risico's toe- of afnemen (de zogeheten belasting); (2) de mate waarin de landbouw gevoelig is voor die belasting (gevoeligheid) en (3) de aanpassingscapaciteit om met veranderingen in de zoetwatervoorziening om te gaan (adaptatievermogen). De glastuinbouw bijvoorbeeld is, door het geslotener zijn van haar systemen, minder kwetsbaar dan de opengrondsgroenteteelt. De kwetsbaarheid kan veranderen door veranderingen in de sector, zoals het telen van andere gewassen, het opslaan van water in bassins of het overstappen op de teelt van hoogwaardige producten in meer gesloten systemen. Ook innovaties en adaptaties om met veranderingen in de zoetwatervoorziening om te gaan, bepalen mede de kwetsbaarheid van een sector in een regio. Hierbij spelen zowel de mogelijkheden om te kunnen investeren als het kennisniveau van agrarische ondernemers een belangrijke rol.

Deze ontwikkeling van de kwetsbaarheid verschilt per locatie en per teelt. De beschikbaarheid van water zal met name beperkend zijn voor zandgronden. De verzilting zal toenemen in de Zuidwestelijke Delta, de kuststrook en de diepe droogmakerijen. Dit kan met name tot problemen leiden in de drogere scenario's (Warm en Stoom); in de andere scenario's (Druk en Rust) doen deze problemen zich in mindere mate voor. De problemen zijn groter in gebieden waar geen aanvoer vanuit het watersysteem mogelijk is, die verzilt raken en/of waar beregening beperkt mogelijk is (zie paragraaf 6.3). Grondgebonden teelten krijgen het zonder innovaties in deze gebieden moeilijk, omdat ze een verslechterde concurrentiepositie krijgen ten opzichte van gewassen in gebieden waar wel beregend kan worden. Dat de zoetwatervoorziening regionaal verschilt, betekent bijvoorbeeld dat de opengrondsgroenteteelt in Zuid-Nederland met andere veranderingen in de zoetwatervoorziening te maken krijgt dan in Noord-Nederland. De verschillende knelpuntenanalyses voor zoetwatervoorziening bevestigen dit beeld.

Maatregelen op het landbouwbedrijf, die gericht zijn op een zelfvoorzienende bedrijfsvoering, meer waterefficiëntie en het telen van gewassen die minder

kwetsbaar zijn voor droge perioden, bieden perspectief om het hoofd te bieden aan de geschetste problemen. Deze studie laat zien dat er veel innovaties zijn op weg naar 2050. Naast bovengenoemde maatregelen op perceels- en bedrijfsniveau zijn ook maatregelen in het watersysteem mogelijk. Boeren kunnen water vasthouden buiten het groeiseizoen, om dit water tijdens het groeiseizoen te kunnen gebruiken of om aan andere gebruikers (agrariërs) te leveren. De kostprijs speelt hierbij een belangrijke rol. Verder kan de ruimtelijke ordening rekening houden met de landbouw, door deze te faciliteren in hydrologisch gunstige gebieden. Problemen met een overvraging van water uit het IJsselmeer en de rivieren spelen voor verschillende zandgrondgebieden. Beslissingen over het voort- of stopzetten van de wateraanvoer naar deze gebieden hebben een groot effect op de concurrentiekracht en de mogelijkheden van de landbouw op zandgronden. Een gekwantificeerde wetenschappelijke onderbouwing over deze effecten zou dit kunnen ondersteunen, maar is op dit moment niet beschikbaar.

Voor de bepaling van de globale vraag naar voedsel zijn de (regionale) omvang van de bevolkingsgroei en veranderende voedingspatronen bepalend, zoals besproken in hoofdstuk 5. Deze vraag vertaalt zich in een directe water-vraag naar de landbouw en voert daarmee de druk op het watersysteem op (Turrall et al., 2011). In de droge scenario's kunnen adaptatiemaatregelen (technologie) de kwetsbaarheid van de Nederlandse landbouw beperken. Daarmee kan zo veel mogelijk aan de vraag naar landbouwproducten - *biobased*, sierteelt en voedsel - worden voldaan.

Adaptatie en innovatie zullen de gevoeligheid van de landbouw verminderen ten opzichte van de huidige landbouw voor vergelijkbare risico's en lopende trends. Sociaaleconomische ontwikkelingen, waaronder schaalvergroting en intensivering, maken adaptatie en innovatie mogelijk. Integratie in de keten vormt een belangrijke prikkel om de leveringszekerheid van zoet water voor de sector te borgen en daarmee de leveringszekerheid van landbouwproducten.

We verwachten dat intensieve teelten verder zullen toenemen, zoals opengrondsgroenteelt en boomteelt. Deze teelten stellen de agrariër in staat om een hoger serviceniveau voor zoet water te betalen vanuit de opbrengsten van de producten. Dit betekent niet dat in elke regio dezelfde intensieve teelt zal toenemen; dat hangt af van regionale karakteristieken, zoals bijvoorbeeld grondsoort en sectorstructuur. De melkveehouderij op zandgronden in het zuidoosten van Nederland zal zich bijvoorbeeld anders ontwikkelen dan die in Friesland.

In deze studie hebben we een inventarisatie gemaakt van mogelijke adaptatiemaatregelen aan de hand van een database, die we hebben samengesteld op basis van literatuur en expertkennis (zie paragraaf 6.2). De inventarisatie laat zien dat er mogelijkheden zijn op verschillende schaalniveaus: op perceelsniveau

(55% van de maatregelen uit de inventarisatie); op bedrijfsniveau (15%) of op het niveau van het watersysteem (30%). De uiteindelijke adaptatie door de toepassing van nieuwe technologieën en aanpassingen in het management is afhankelijk van een complexe combinatie van biofysische en sociaaleconomische factoren (zie hoofdstuk 5).

No-regretmaatregelen hebben de voorkeur, ofwel maatregelen die deel uitmaken van een normale economische ontwikkeling en tegelijkertijd ook potentie hebben als vorm van klimaatadaptatie of mitigatie (zie ook Turrall et al., 2011). Van sommige van deze no-regretmaatregelen is het nut vrij snel duidelijk, zoals het verbeteren van de efficiency van het gebruik van (de combinatie van) inputs. Voor andere maatregelen is een verdergaande kosten-batenanalyse noodzakelijk om het nut inzichtelijk te maken.

Al met al concluderen we dat de Nederlandse land- en tuinbouw beschikt over een groot adaptatie- en innovatievermogen. Daardoor is de sector in staat om zich op lange termijn verder door te ontwikkelen bij een veranderende zoetwatervoorziening. Dat gaat echter niet vanzelf: de sector moet hiervoor flink investeren in adaptatiemaatregelen en blijven innoveren.

Literatuur, websites en workshops

Literatuur

Bakel, P.J.T. van en L.C.P.M. Stuyt 2011. Actualisering van de kennis van de zouttolerantie van landbouwgewassen, op basis van literatuuronderzoek, expert-kennis en praktische ervaringen. *Alterra-rapport 2201*. Wageningen: Alterra.

Berkhout, P. en C. van Bruchem (red.) 2011. *Landbouw-Economisch Bericht 2011*. LEI-rapport 2011-017. Den Haag: LEI.

Berkhout, P. en C. van Bruchem (red.) 2010. *Landbouw-Economisch Bericht 2010*. LEI-rapport 2010-013. Den Haag: LEI.

Berkhout, P., T. Bakker, W.H.M. Baltussen, P.W. Blokland, N. Bondt, C.J.A.M. de Bont, J.F.M. Helming, O. Hietbrink, P. van Horne, S.R.M. Janssens, A. van der Knijff, M.G.A. van Leeuwen, V.G.M. Linderhof, A.B. Smit, G. Solano en A. Tabeau 2011. *In perspectief; Over de toekomst van de Nederlandse agrosector*. LEI-rapport 2011-051. Den Haag, LEI.

Bezemer, J. 2010. Dorstige glastuinbouw moet op elke druppel water letten; Sector moet minder afhankelijk worden van oppervlaktewater. In: *Onder glas* 3. (interview met Wim Voogd).

Bieleman, J. 2000. *Techniek in Nederland in de twintigste Eeuw; Landbouw en Voeding*. Stichting Historie der Techniek/Walburg Pers, Zutphen.

Blom-Zandstra, G. en H.H. Goosen 2010. *Klimaatverandering: kansen voor de landbouw*. Rapport 345. Wageningen: PRI en Alterra.

Blom-Zandstra, G. en M. den Braber 2009. *Klimaat-effect Atlas 1.0; Landbouw, water en extremen*. Wageningen: Alterra, PRI, DHV en KNMI.

Bont, C.J.A.M. en A. van der Knijff 2006. *Actuele ontwikkeling van bedrijfsresultaten en inkomens in 2006*. LEI-rapport 1.06.04. Den Haag: LEI.

Bos, L., H. de Ruiter en R. Hoekstra 2003. *Verkenning pilot watervraag in boomteelt en glastuinbouw*. CLM-592. Utrecht: CLM.

Bot, G., A. Dieleman, S. van Heuzeden, E. Heuveling, P. Lindhout en L. Marcelis 2004. *Visie op de rol van veredelingsonderzoek in de ontwikkeling van nieuwe rassen voor veranderende kasomstandigheden*. Wageningen: AFI, PRI en WU.

Bruggeman W., M. Haasnoot, S. Hommes, A. te Linde en R. van der Brugge 2010. Deltascenario's-Scenario's voor robuustheidanalyse van maatregelen voor zoetwatervoorziening en waterveiligheid. Deltares, Delft.

Bruggeman, W., M. Haasnoot, S. Hommes, A. te Linde, R. van der Brugge, B. Rijken, E. Dammers en G.J. van den Born 2011. Deltascenario's; Verkenning van mogelijke fysieke en sociaaleconomische ontwikkelingen in de 21ste eeuw op basis van KNMI'06 en WLO-scenario's, voor gebruik in het Deltaprogramma 2011 - 2012. Delft: Deltares.

CBS 2011. Environmental accounts of the Netherlands 2010. Den Haag, 2011.

Clevering, O., J. Oppedijk van Veen, A. de Buck en I. Hoving. 2008. *Water kent geen grenzen; samen werken aan agrarisch waterbeheer*. Brochure programma Multifunctionele Bedrijfssystemen.

CPB, MNP en RPB 2006. *Welvaart en Leefomgeving: Een scenariostudie voor Nederland in 2040*. Den Haag/Bilthoven: Centraal Planbureau, Milieu- en Natuurplanbureau en Ruimtelijk Planbureau.

Dam, A.M. van, O. Clevering, W. Voogt, Th.G.L. Aendekeerk en M.P. van der Maas 2007. *Leven met zout water - Deelrapport: Zouttolerantie van landbouwgewassen*. PPO rapport: 32 34019400, Wageningen, 2007.

Deltares 2011. Droge kost; innoveren op droogte en watertekort. Delft: Deltaris.

Drunen, M. van en F. Berkhout 2008. *Applying WLO for climate change*. Amsterdam, Vrije Universiteit.

Drunen, M. van en J. Bessembinder 2009. *Klimaatscenario's, sociaal economische scenario's en onzekerheden*. Amsterdam: Vrije Universiteit.

Faber, J.H., G.A.J.M. Jagers op Akkerhuis, J. Bloem, J. Lahr, W.H. Diemont en L.C. Braat 2009. *Ecosysteemdiensten en bodembeheer; maatregelen ter verbetering van biologische bodemkwaliteit*. Alterra-rapport 1813. Wageningen: Alterra.

Falloon, P. en R. Betts, 2010. Climate impacts on European agriculture and water management in the context of adaptation and mitigation. The importance of an integrated approach. In : *Science of the Total Environment* 408 (23): pp. 5667 - 5687.

Feddes, R.A. 1987. Crop factors in relation to Makkink's reference crop evapotranspiration, Evaporation and weather, CHO-TNO. In: *Proc. and Inform.* 39: pp. 33-45.

Freibauer, A., E. Mathijs, G. Brunori, Z. Damianova, E. Faroult, J. Girona, I. Gomis, L. O' Brien en S. Treyer 2011. Sustainable food consumption and production in a resource-constrained. European Commission - Standing Committee on Agricultural Research (SCAR). The 3rd SCAR Foresight Exercise.

Geijzendorffer I., R. Smidt, R. Engelbertink, T. Hermans, B. Schaap, J. Verhagen en G. Blom-Zandstra 2011. *Gevolgen van klimaatextremen voor de Nederlandse landbouw - Noodzaak voor adaptatie?* Alterra rapport 1994. Wageningen: Alterra.

Haan, J. de en K. van Wijk 2007. *Teelt uit de grond; verkenning van de mogelijkheden voor het telen van vollegrondsgroenten uit de grond*. PPO publicatienummer 369. Lelystad: Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Hermans, C.M.L., A. Verhagen, P.F.G. Vereijken, F. Ewert, H. Smit, M.J. Metzger, H.S.D. Naeff, R.W. Verburg, G.B. Woltjer 2008. *Spatial impacts of climate and market changes on agriculture in Europe*. Alterra-rapport 1697. Wageningen: Alterra.

Hoving, I. 2010. 'Beregenen op maat' krijgt remote sensing techniek. In: V-focus oktober: pp. 22-24.

Ingenbleek, P., M.J.G. Meeusen, A. Anagnostou, M. Binnekamp en H. van Trijp 2009. *Neveneffecten van duurzaamheidslabeling in de consumentenperceptie*. Rapport 2009-023. Den Haag: LEI.

IPCC 2007a. *Climate change 2007: Impacts, Vulnerabilities and Adaptation*. Working Group II Contribution to the Intergovernmental Panel on Climate change Fourth Assessment Report. Cambridge University Press, Cambridge.

IPCC 2007b. *Climate change 2007: Synthesis Report*. Cambridge University Press, Cambridge.

Jäger, J. en S. Cornell (red.) 2011. *The Planet in 2050: The Lund Discourse of the Future*. Routledge Studies in Ecological Economics.

Klijn, F., J. Kwadijk, K. de Bruijn en J. Hunink 2010. Overstromingsrisico's en droogterisico's in een veranderend klimaat; verkenning van wegen naar een klimaatveranderingsbestendig Nederland. Delft: Deltares.

Klijn, F., J. ter Maat en E. van Velzen (red.) 2011. Zoetwatervoorziening in Nederland; landelijke analyse knelpunten in de 21e eeuw. Utrecht, Deltares.

Koning, N., M. van Ittersum, G. Becx, T. van Boekel, W. Brandenburg, J. van den Broek, J. Goudriaan, G. van Hofwegen, R. Jongeneel en H.S.M. Smies 2007. *Long-term global availability of food: continued abundance or new scarcity?* Wageningen: Wageningen University.

Kuhlman, T., N.B.P. Polman, A.B. Smit, G.S. Venema, J.S. Buurma, A.P. van Duijn, A.J. van Dijk, Y. Dijkxhoorn, J.F.M. Helming, J.H. Jager, S.R.M. Janssens, G.D. Jukema, H. Prins en R. Stokkers 2009. *Landbouwperspectieven in Noord-Holland tot 2040: bouwstenen voor de structuurvisie van de provincie*. LEI-rapport 2009-043. Den Haag: LEI.

Kwadijk, J., A. Jeuken en H. van Waveren 2008. De klimaatbestendigheid van Nederland Waterland - verkenning van de knikpunten in beheer en beleid voor het hoofdwatersysteem. Deltares rapport. Delft: Deltaris.

LTO Nederland 2011. *Deltaplan Agrarisch Waterbeheer*, versie 4 oktober 2011, bijlage inventarisatie projecten voor de Topsector Water.

LTO-Noord 2011. Boeren op weg naar klimaatbestendige productie; Resultaten van het project klimaat en landbouw in Noord-Nederland. LTO-Noord.

Maas, E.V. 1986. Salt tolerance of plants. In: *Applied Agricultural Research* 1: pp. 2-16.

Maas, E.V. en G.J. Hoffman 1976. Crop salt tolerance - current assessment. In: *Journal of irrigation and drainage* div. ASCE 103 (IR2), pp. 115-134.

Maracchi, G., O. Sirotenko en M. Bindi, 2005. Impacts of present and future climate variability on agriculture and forestry in the temperate regions: Europe. *Climate Change* 70, pp. 117-135.

Meeteren, M. van en H. Korevaar 2010. Klimaat en landbouw; risico's en kansen. Rapportage van 'Vooronderzoek Klimaatadaptatie en Agrobiodiversiteit', een onderzoek in opdracht van de provincie Noord-Brabant. Aequator en Wageningen: PRI.

Mens, R. 2008. Hoe ziet de kwekerij van de toekomst eruit? *De Boomkwekerij* 8: 22-24.

Meulen, H.A.B. van der, C.J.A.M. de Bont, H.J. Agricola, P.L.M. van Horne, R. Hoste, A. van der Knijff, F.R. Leenstra, R.W. van der Meer en A. de Smet 2010. *Schaalvergroting in de land- en tuinbouw; effecten bij veehouderij en glastuinbouw*. LEI-rapport 2010-094. Den Haag: LEI.

Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit/Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu/Ministerie van Verkeer en Waterstaat/Provincies 2007. *Programmadocument Plattelandsontwikkelingsprogramma (POP) 2 2007-2013 voor Nederland*. Den Haag.

Mundlak, Y. 2000. *Agriculture and Economic Growth; Theory and Measurement*. Cambridge, Harvard University Press.

OECD 2009. Managing Risk in Agriculture; A Holistic Approach. Paris: OECD Publishing.

OECD 2010. Sustainable management of water resources in agriculture. Paris: OECD Publishing.

OECD-FAO 2010. OECD-FAO *Agricultural Outlook 2010-2019*. Paris: OECD-FAO.

Olesen, J.E. en M. Bindi 2004. Agricultural Impacts and Adaptations to Climate Change in Europe. In *Farm Policy Journal* 1(3): 36-46.

Olesen, J.E., M. Trnka, K.C. Kersebaum, A.O. Skelvaq, B. Sequin, P. Peltonen-Sainio, F. Rossi, J. Kozyra en F. Micale 2011. Impacts and adaptation of European crop production systems to climate change. In *European Journal of Agronomy* 34 (2), pp. 96-112.

Oltmer, K., Y. Dijkxhoorn en G. Venema 2010. *Strategische monitoringsrapport POP2; 2007-2013*. LEI rapport 2010-110. Den Haag: LEI.

Oranjewoud 2011. Regionale knelpuntenanalyse zoetwater West-Nederland. Oranjewoud, Heerenveen.

PBL 2010. Monitor Nota Ruimte/Compendium voor de leefomgeving. Den Haag/Bilthoven.

Peerlings, J.H.M. en L.K.E. Dries 2010. Meer voor minder: het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid. In: *Jaarboek Overheidsfinanciën 2010 - Den Haag. Sdu Uitgevers*.

Projectgroep Droogtestudie Nederland 2004. Droogtestudie Nederland-samenvattend rapport fase 2a Inhoudelijke analyse. RIZA rapport 2004.30.

Raes, D., S. Geerts en K. Vandersypten 2009. *Meer voedsel met minder water*. K.U.Leuven, Faculteit Bio-ingenieurswetenschappen, Departement: Aard- en omgevingswetenschappen.

Reidsma, P., F. Ewert, A. Oude Lansink en R. Leemans 2010. Adaptation to climate change and climate variability in European agriculture: the importance of farm level responses. In: *European Journal of Agronomy* 32: 91-102.

Rijkswaterstaat 2011. *Jaarverslag Rijkswaterstaat 2010*. Rapport Rijkswaterstaat.

Rosenboom, R., K. Peerdeman, M. de Groot, H. Schuurma, P. Droogers, M. Verkerk, S. de Boer, D. Boland, N. Taminiau, J. Hendriks, H. Boukes en M. Geurts, 2011. *Analyse van de effecten en gevolgen van klimaatverandering op het watersysteem en functies; regionale knelpuntenanalyse Zuid-Nederland (Fase 1)*. DHV, Amersfoort.

Ruijs, M.N.A., N.S.P. de Groot, H.F. de Zwart en W. Voogt 2010. *PrimAviera onder de loep; Perspectief vestigingslocatie glastuinbouw*. LEI rapport 2010-031. Den Haag: LEI.

Schaap, B., G. Blom-Zandstra, I. Geijzendorffer, T. Hermans, R. Smidt, en J. Verhagen, *Klimaat en landbouw Noord-Nederland; Rapportage van fase 2*. Nota 629. Wageningen: PRI.

Slaughter, Richard A., From forecasting and scenarios to social construction: changing methodological paradigms in futures studies. In *Foresight*, Vol. 4 Iss: 3, pp.26 - 31, 2002.

Slobbe, R.B., M.L.H. Breukers en M.N.A. Ruijs 2010. *Is de tuinbouwsector klaar voor een paar graden meer?* LEI nota 10-046. Den Haag: LEI.

Smit, L.C. 2010. The world in 2050: four forces shaping civilization's northern future. New York: Dutton/Penguin Group USA Inc.

Stuyt, L.C.P.M., P.J.T. van Bakel en H.T.L. van; Massop 2011. Basic survey zout en joint fact finding effecten van zout: naar een gedeeld beeld van het zoetwaterbeheer in laag Nederland. Alterra-rapport 2200. Wageningen: Alterra.

Turral, H., J. Burke en J.M. Faurès 2011. *Climate change, water and food security*. Rome: FAO reports 36.

V&W 2008. *Nederland in zicht - samenvatting*. Water en ruimtelijke ontwikkeling in Nederland: de diagnose. Nederland Leeft Met Water.

Visscher, J., P.H.M. Dekker, H.C. de Boer, E. Brommer, O.A. Clevering, A.M. van Dam, W.C.A. van Geel, M.H.A. de Haan, I.E. Hoving, A. van der Klooster, H.A. van Schooten, R. Schreuder en P. de Wolf 2008. *Perspectieven bedrijfsmaatregelen voor duurzaam bodemgebruik; Kosten en effectiviteit van vijf maatregelen*. ASG Rapport 148. Wageningen: ASG.

Visser, S., J. Baltissen en J. Heymans 2011. Zoetwatervoorziening in de Zuid-westelijke Delta en Rijnmond-Drechtsteden. 1e fase lange termijn probleem-analyse. Regionale probleemanalyse Deltaprogramma Zoetwater.

Vorage, R. 2010. Agenda voor de boomkwekerijsector in Nederland. CLM, Culemborg.

Waterdienst 2011. *Synthese van de landelijke en regionale knelpuntenanalyses*. Deltaprogramma/deelprogramma Zoetwater.

Wit, J., D. Swart en E. Luijendijk 2009. Klimaat en landbouw Noord-Nederland: 'effecten van extremen' Verslag van onderzoeksfase 2: de invloed van extreme weersomstandigheden op gewassen en landbouwhuisdieren en verkenning van mogelijke adaptatiemaatregelen. Grontmij Nederland B.V., Houten.

Websites

www.climatescenarios.nl
www.klimaatonderzoeknederland.nl
www.knmi.nl
<http://klimaatteffectatlas.wur.nl>

Workshops

27 oktober 2011: Werksessie georganiseerd samen met LTO-Nederland over de zoetwatervoorziening voor de landbouw, Wageningen

1 juli 2011: Workshop georganiseerd samen met LTO-Nederland Zoetwater-voorziening landbouw, Bunnik

14 december 2011: Vervolgworkshop georganiseerd samen met LTO-Nederland Zoetwatervoorziening landbouw, Putten.

Bijlage 1

SWOT-analyse landbouw

De structuur van de sectoren in de Nederlandse land- en tuinbouw verschillen op een aantal punten sterk van elkaar. Een aantal sterke en zwakke punten hebben ze echter gemeen, bijvoorbeeld als het gaat om de nabijheid van de afzetmarkt, gunstige fysieke productieomstandigheden (sterkten), hoge milieudruk, stijgende kostprijs, hoge grondprijzen (zwakten). Dat geldt ook voor de kansen en bedreigingen, denk bijvoorbeeld aan de groeiende vraag naar voedsel wereldwijd, verbreding van de bedrijfsvoering, technologische ontwikkelingen (kansen), strengere regelgeving en onvoldoende instroom van jongeren in de land- en tuinbouw (bedreigingen). In tabel B1.1 zijn de overeenkomstige sterkten, zwakten, kansen en bedreigingen voor de land- en tuinbouw opgenomen en verder uitgewerkt voor zoetwater. Dit overzicht is afgeleid van de SWOT-tabel van het Plattelandsontwikkelingsplan 2 (POP2, zie Ministerie van LNV et al., 2007). Als referentie wordt het EU-gemiddelde gehanteerd. Oltmer et al. (2011) constateerden in het Strategisch Monitoringsrapport POP2 dat de SWOT uit 2007 geen aanpassing behoeft.

Voor specifieke sectoren gelden aanvullende sterkten, zwakten, kansen en bedreigingen ten opzichte van het algemene overzicht in tabel B1.1. Kijkend naar de toekomst van de landbouw en de zoetwatervraag is dit een startpunt van de analyse. Eén van de sterkte kanten van de Nederlandse landbouw is de goede infrastructuur inclusief water. De sector is dynamisch en bereid om te veranderen, ook waar het zoet water betreft. Technologische ontwikkelingen en de inzet daarvan bieden nieuwe mogelijkheden. (Regionale) verdroging is op dit moment al een zwakte van de sector. Er liggen wereldwijd kansen vanwege een toenemende vraag naar voedsel. Binnen Europa komt er meer vraag naar voedsel met een hogere toegevoegde waarde. Verder biedt optimalisering van waterlopen de sector een kans.

Tabel B1.1 SWOT-analyse Nederlandse landbouw gericht op zoet water	
Tien behoeve van de doelstelling	
Vanuit sector	Gunstig
	Schadelijk
Intern	Zwakten
<ul style="list-style-type: none"> - Afzetmarkten dichtbij. - Goede (algemene) infrastructuur (vervoer, ICT, energie en water). - Nabijheid van belangrijke internationale vervoersknooppunten. - Gunstige fysieke productieomstandigheden in grote delen van het land voor agrarische sector - Relatief hoog (ten opzichte van EU-gemiddelde) opleidingsniveau van landbouwers. - Sterke kennisinfrastructuur op gebied van landbouw, tuinbouw en voeding. - Relatief (ten opzichte van EU-gemiddelde) hoge arbeidsproductiviteit in agrarische sector en voedingssector. - Hoge dynamiek in de sector en veranderingsbereidheid bij veel boeren ook gericht op de zoetwatervoorziening. - Groot innovatief vermogen, met name in de glastuinbouw. - Sterke organisatie van de ketens in de meeste agrarische sectoren. 	<ul style="list-style-type: none"> - Hoge bevolkingsdruk en groot aantal functies in relatief klein gebied stelt hoge eisen aan productieomstandigheden in de land- en tuinbouw. - Agrarische productie gaat veelal gepaard met (afnemende, maar nog steeds) hoge milieudruk. - Stijgende kostprijs vanwege toenemende eisen op het gebied van voedselzekerheid, natuur en milieu en dierenwelzijn. - Verslechterende inkomenssituatie in de landbouw. - Omvang en verkaveling van landbouwbedrijven (inclusief de bijbehorende uitrusting) vormt vaak belemmering om optimaal te kunnen produceren en te profiteren van schaalvoordelen. - Hoge grondprijzen bemoeilijken schaalvergroting en bedrijfsverplaatsing. - De agrarische sector vergrijsd. - Verslechterende marktpositie binnen Europa op terrein van groente, varkensvlees en zuivel door toenemende concurrentie. - Gebrek aan arbeidskrachten in arbeidsintensieve delen van de agrarische sector. - Verdrijving van natuurgebieden door ontwatering en versnelde

Tabel B1.1 SWOT-analyse Nederlandse landbouw gericht op zoet water		
Extern	Ten behoeve van de doelstelling	
	Gunstig	Schadelijk
		<ul style="list-style-type: none"> afwatering van landbouwgronden en door grondwateronttrekking voor drinkwater, industriewater en beregening. - Regionale afhankelijkheid van hoofwatersysteem
	Kansen	Bedreigingen <ul style="list-style-type: none"> - De voedselbehoefte op de belangrijkste afzetmarkt voor de Nederlandse agrosector daalt licht. - Grotere vrijhandel en vrijere markttoegang leiden tot meer concurrentie. - Strengere regelgeving (nationaal en internationaal) leidt tot hogere kosten. - Minder maatschappelijke acceptatie van (grootschalige) landbouwproductie en productiemethoden, leidt tot meer regelgeving en minder speelruimte voor agrarische bedrijven. - Schaalvergroting in de (voedsel)keten leidt tot een verzwakking van de positie van de primaire producenten. - Achterblijvende schaalgrootte (ook voor wat betreft kavelstructuur) en onvoldoende investeringen in de fysieke omstandigheden in de sector hollen de concurrentiepositie van de NL land- en tuinbouw uit. - Voortgaande schaalvergroting en kapitaalintensivering maken bedrijfsopvolging moeilijker.

Tabel B1.1 SWOT-analyse Nederlandse landbouw gericht op zoet water

Ten behoeve van de doelstelling	
Gunstig	Schadelijk
<ul style="list-style-type: none"> - Omslag van het landelijk gebied als fysieke ruimte voor voedselproductie naar platteland als consumptieruimte, en sinkende afstand tussen stad en land bieden mogelijkheden nieuwe inkomstenbronnen aan te boren. - Verbreding van de bedrijfsvoering (door meer schakels van de keten te integreren op bedrijfsniveau of een nieuwe agrarische tak te starten) biedt mogelijkheden voor hogere of stabilere inkomens. - Technologische ontwikkelingen en de inzet daarvan maken nieuwe producten mogelijk; kunnen bijdragen aan verlagen milieudruk (verminderen emissies en milieu-verliezen van onder andere broeikasgassen, nutriënten, gewasbeschermingsmiddelen) en kostenverlaging (energiebesparing); en bieden mogelijkheden om extra opbrengsten te generen, onder andere door opwaardering van rest- en afvalstoffen (covergisting, compostering). 	<ul style="list-style-type: none"> - Onvoldoende instroom van jongeren bedreigt de vitaliteit van de land- en tuinbouwsector. - Hoge prijzen van energie en andere grondstoffen leiden tot hogere kostprij. - Minder arbeidskrachten beschikbaar door terugloop studenten op groene scholen en agrarisch onderwijs. - Combinatie van verschillende functies van het platteland kan ter plaatse tot problemen leiden; met name belangrijke waarden van bos, natuur en landschap als rust, openheid, biodiversiteit en identiteit en de noodzaak water meer ruimte te geven kunnen in de knel komen door toenemende ruimtebeslag van wonen, mobiliteit en bedrijvigheid. - Verwachte veranderingen in neerslagpatroon (meer neerslag met grotere intensiteit) zorgen voor hogere grondwaterstand en beperken de mogelijkheid tot weidegang en grondbewerking. - De 'zoute druk' neemt toe (regionale verschillen). - Het serviceniveau (hoeveelheid water, van goede kwaliteit op goed moment) voor zoet water wordt minder.

Bron: Afgeleid van bijlage A van POP2 (ministerie van LNV et al., 2007), Berkhout en Van Bruchem (2010), een workshop in de Zuidwestelijke Delta en expert kennis.

Bijlage 2

Referentiescenario

Tabel B2.1 Veronderstellingen voor 2025	
Demografische trends	De groei van de bevolking vindt vooral buiten de EU plaats, zoals India, Brazilië en de VS. De bevolking in NL groeit met 0,3% per jaar en komt uit op 17,3 mln. mensen in 2025.
Macro-economische ontwikkeling	Voor alle regio's van de wereld wordt economische groei verondersteld. Deze is aanmerkelijk hoger in de BRIC-landen, dan in de EU en de VS. Voor Nederland is uitgegaan van een groei per jaar van 1,6%. De lange termijn verwachtingen zijn echter ongewis. De mogelijke invloed van de Arabische Lente, of de Griekse eurocrisis, is niet in de cijfers meegenomen.
Arbeid	De arbeidsproductiviteit van de nationale economie ligt op 2,9% per jaar, voor de agrarische sector op 4,4% per jaar. De arbeidsproductiviteit in de veehouderij stijgt tweemaal zo sterk als in de akkerbouw (5,1% versus 2,6%). Voor de tuinbouw is een stijging van 3,5% per jaar voorzien.
Energie	De ruwe olieprijs stijgt naar USD 107,5 per vat in 2025.
Wisselkoers euro	De waarde van de euro loopt op tot USD 1,52 in 2025.
Wereldmarkten	Er is gebruik gemaakt van de wereldmarktprijsprognoses uit de FAPRI outlook. De importprijs voor agrarische producten volgt de ontwikkeling van de wereldmarktprijzen
Gemeenschap-pelijk landbouw-beleid	Handhaving GLB-regels anno 2011, dat wil zeggen: <ul style="list-style-type: none">- afschaffing verplichte braak in 2008;- bedrijfstoelagen in Nederland volgens historische referenties;- zoogkoeien- en schapenpremie zijn vanaf 2006 volledig ontkoppeld;- slachtpremies voor runderen en kalveren (100%) en zetmeel (60%) zijn gekoppeld in de periode 2006-2012, maar vallen vanaf 2013 ook onder de bedrijfstoelagen;- verdeling van het landbouwbudget tussen lidstaten blijft hetzelfde;- afschaffing van melkquotum in 2015, suikerquotum blijft in stand;- afzwakking interventie;- 5% modulatie in 2012 en 8% in 2013-2025.
Bron: Berkhout et al. (2011).	

Tabel B2.1	Veronderstellingen voor 2025 (vervolg)
Biobrandstoffen	<ul style="list-style-type: none"> -3% bijmenging in transportbrandstofconsumptie in 2010 (helpt van doelstelling in 2010) -5% bijmenging in transportbrandstofconsumptie vanaf 2020 (helpt van 10% doelstelling in 2020)
WTO-afspraken	Bestaande afspraken (per einde 2009) worden gerespecteerd, geen nieuwe handelsafspraken
Milieubeleid	<ul style="list-style-type: none"> - De productierechten op dieren worden in 2015 afgeschaft. - Gebruiksnormen maximaal 250 kg N uit dierlijke mest per ha op melkveebedrijven met derogatie, maximaal 170 kg N uit dierlijke mest per ha op alle akkerbouwgewassen. - Fosfaatgebruiksnormen voor bouwland en grasland in 2025 gelijk aan indicatieve normen voor 2015, zoals weergegeven in het 'Vierde Nederlandse Actieprogramma betreffende de Nitraatrichtlijn (2010-2013)' (tabel 11). Deze komen overeen met 80 tot 100 kg fosfaat per ha grasland en 50 tot 75 kg per ha bouwland, afhankelijk van de fosfaattoestand. - In de intensieve veehouderij worden alle dieren emissiearm gehuisvest. Daarnaast wordt 17% van de vleesvarkens, 34% van de fokzeugen en 35% van de leghennen gehouden in stallen met aanvullende ammoniak-emissiemaatregelen (Hoogeveen et al., 2010). - In verband met de extreem hoge kosten van alternatieve stalsystemen in de vleeskuikenhouderij, worden geen kuikens gehouden in stallen met aanvullende maatregelen. - De mestafzetkosten van rundveedrijfmest stijgen van 9 euro per m³ naar bijna 20 euro per m³ in 2025. De mestafzetkosten van varkensdrijfmest stijgen van ruim 12 euro per m³ naar bijna 24 euro per m³. In de pluimveehouderij zijn de mestafzetkosten constant verondersteld.
Bron: Berkhout et al. (2011).	

Bijlage 3

WLO- en klimaatscenario's

B3.1 Inleiding

Klimaatscenario's geven aan hoe het klimaat zich in de toekomst zal veranderen. Sociaaleconomische scenario's geven aan hoe de maatschappij en, als onderdeel daarvan, de landbouw zullen veranderen. Er liggen verbanden tussen beide scenario's. We zullen beide categorieën in deze bijlage bespreken.

B3.2 Klimaatscenario's

De KNMI'06-scenario's zijn inmiddels in Nederland de meest gebruikte klimaat-scenario's. De KNMI'06-scenario's zijn gebaseerd op het meest recente rapport van het IPCC (2007). Een update wordt verwacht in 2013. De KNMI'06-scenario's bestaan uit vier scenario's (G, G+, W, W+). De gematigde scenario's (G) gaan uit van een stijging van de wereldtemperatuur met 1 graad Celsius in 2050 ten opzichte van 1990. De warme scenario's (W) gaan uit van een mondiale temperatuurstijging van 2 graden Celsius. De G+- en W+-scenario's veronderstellen dat die temperatuurstijging gepaard gaat met een verandering van de windpatronen. In de winter betekenen veranderende windpatronen zachtere en nattere winters door meer westenwind. In de zomer leidt meer oostenwind tot warmere en drogere perioden.

In elk KNMI'06-scenario komen een aantal van dezelfde kenmerken van klimaatverandering in Nederland en omgeving naar voren (zie www.knmi.nl):

- de opwarming zet door, hierdoor komen zachte winters en warme zomers vaker voor;
- de winters worden gemiddeld natter en ook de extreme neerslaghoeveelheden nemen toe;
- de hevigheid van extreme regenbuien in de zomer neemt toe, maar het aantal zomerse regendagen wordt juist minder;
- de berekende veranderingen in het windklimaat zijn klein ten opzichte van de natuurlijke grilligheid;
- de zeespiegel blijft stijgen.

Maar er zijn ook verschillen in bijvoorbeeld de mate waarin droogte optreedt. In de +-scenario's neemt de gemiddelde neerslag in juni af met 10 (G+) tot 19 (W+) procent, terwijl deze in de andere scenario's toeneemt tussen de 3 (G) en de 6 (W) procent. In alle scenario's neemt de frequentie van natte dagen af, maar de spreiding verschilt flink. Van 2-3 procent in respectievelijk het G- en W-scenario, tot 19 procent in het W+ scenario. Dit betekent dat de + scenario's (met name het W+) veel droger zullen zijn dan de scenario's zonder verandering van de windpatronen in de zomer

Box B3.1

Tailoring van scenario's voor impactstudies

De KNMI-scenario's zijn vaak te grof voor impactstudies. Daarom moeten de scenario's op maat gemaakt worden. Binnen Klimaat voor Ruimte (KvR) is hier veel aandacht aan besteed. Het tailoring project vormt de interface tussen de productie van klimaatinformatie en de gebruiker. Er is aan de hand van casestudies veel progressie gemaakt met het op maat maken van klimaatscenario's en -informatie. Een belangrijke tool is de tijdreekstransformatietool, waarbij waarnemingsreeksen (bijvoorbeeld neerslag) uit het verleden kunnen worden getransformeerd naar tijdreeksen onder de verschillende KNMI-scenario's voor een gekozen tijdshorizon. Het transformatieprogramma past de verandering van de gemiddelden en de variabiliteit toe op een gegeven historische reeks van temperatuur of neerslag, zoals voorgeschreven door het gekozen KNMI'06-scenario voor een bepaalde tijdshorizon (http://climexp.knmi.nl/Scenarios_monthly/). Daarnaast zijn de resultaten beschikbaar gesteld via de klimaateffectatlassen (www.klimaateffectatlas.nl).

B3.3 Sociaaleconomische scenario's

De belangrijkste sociaaleconomische scenario's in Nederland zijn de Welvaart en Leefomgeving (WLO-)scenario's die de planbureaus gezamenlijk hebben ontwikkeld. Deze lijken sterk op de SRES-scenario's ontwikkeld door het IPCC. De WLO scenario's onderzoeken de langetermijneffecten (2040) van beleid in de internationale economische en demografische context. In deze scenario's worden twee sleutelonzekerheden vastgesteld die samen een assenkruis opspannen (assenkruismethodiek¹). Dit leidt tot 4 mogelijke toekomstbeelden. De WLO

¹ Bij de assenkruismethodiek worden twee sleutelonzekerheden vastgesteld die samen een assenkruis opspannen. Dit leidt tot vier scenario's waarbij theoretisch alle vier de scenario's moeten worden uitgewerkt. Het gebruik van minder dan vier scenario's bij de assenkruismethoden kan tot tunnelvisie leiden. Vaak leidt tijd- en geldgebrek echter tot een keuze voor het uitwerken van 1 of

spant de toekomstbeelden op over de assen internationaal - nationaal en publiek - privaat, zie figuur 5.2. De scenario's worden doorgerekend met ongeveer 40 gekoppelde modellen. De belangrijkste trends die onderzocht zijn in de WLO-scenario's zijn: economische groei, werkgelegenheid, populatie, wetgeving, internationale samenwerking, energiegebruik, mobiliteit, verkeersopstoppen en landgebruik. De WLO-scenario's nemen aan dat de sociaaleconomische ontwikkeling niet wordt beïnvloed door klimaatverandering. In de WLO-scenario's zijn geen toekomstige maatregelen met betrekking tot waterbeheer meegenomen als vaststaand beleid. Maatregelen zoals het beter vasthouden en bergen van water dragen bij aan de bestrijding van verdroging, maar waren bij het opstellen van de WLO-scenario's nog onvoldoende uitgewerkt. Er wordt geconstateerd dat bij een toenemende bevolking en productie van goederen en diensten de vraag naar water stijgt en de winning uit grondwater toeneemt. Het Global Economy-scenario steekt hierbij ongunstig af en daar staat tegenover dat met name in dit scenario de technologische vooruitgang hoog is, met mogelijk gunstige effecten op de efficiëntie van het waterverbruik.

Figuur B3.1 De vier WLO-scenario's



2 scenario's. In dit geval is de meest elegante keuze de keuze voor de scenario's die de bandbreedte van de toekomstbeelden het best opspant.

LEI Wageningen UR ontwikkelt voor overheden en bedrijfsleven economische kennis op het gebied van voedsel, landbouw en groene ruimte. Met onafhankelijk onderzoek biedt het zijn afnemers houvast voor maatschappelijk en strategisch verantwoorde beleidskeuzes.

LEI Wageningen UR vormt samen met het Departement Maatschappijwetenschappen van Wageningen University en het Wageningen UR, Centre for Development Innovation de Social Sciences Group.

Meer informatie: www.wageningenUR.nl/lei

